To study the influence of the drying period on the change in length of these prisms figure 5 is drawn. Prisms designated X1 in Table 4 are plotted for ages longer than those appearing in the table. The curve of the change in length in 50 percent humidity room indicates a uniform retrogression of length during the first 150 days after which the curve took a horizontal position and kept it for more than 400 days of drying.

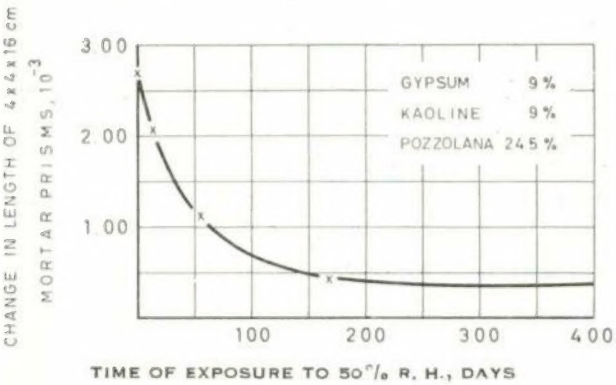


Fig. 5 — Shrinkage of prisms in 50 percent humidity after 28 days soaking

It seems therefore that it is possible to design a mix that upon drying does not exhibit any shrinkage from the original length after dismolding.

A set of $4 \times 4 \times 16$ cm mortar prisms were made to study the flexural and compressive characteristics of the prisms containing different components. These results are presented in Table 4 where are also given the strength of the control prisms without any expansive components. To relate the 28 days strength values of the different prisms with expansive components to the control prisms a column is provided with percentages of these strength to the control prisms wich were taken as 100 percent. These percentages were calculated for both flexural and compressive strength. The compressive strength was for $4 \times 4 \times 16$ cm mortar prisms broken in flexure.

Figure 6 is presented to demonstrate graphically the effect of different components on the compressive strength of mortar prisms. Also presented in the figure the curve of the compres-

TABLE 4

Flexural and compressive strength of $4 \times 4 \times 16$ cm mortar prisms with different expansive components

Designation	Components				Flexural strength, kg/cm²			Compressive strength, kg/cm²		
	Cement	Kaoline	Gypsum	Pozzolana	Soaking, days		%	Soaking, days		%
	%	%	%	%	7	28		7	28	
Xo	100	—	—	—	50	63	100	205	314	100
X1	57.5	9.0	9.0	24.5	24	65	103	118	266	85
X2	59.5	9.0	7.0	24.5	61	73	116	205	285	91
X3	61.5	9.0	5.0	24.5	53	67	106	202	288	92
X4	59.5	7.0	9.0	24.5	45	62	99	175	269	86
X5	61.5	7.0	7.0	24.5	57	69	110	238	289	92
X6	63.5	7.0	5.0	24.5	50	65	103	207	282	90
X7	61.5	5.0	9.0	24.5	38	61	97	176	176	56
X8	63.5	5.0	7.0	24.5	52	66	104	216	216	69
X9	65.5	5.0	5.0	24.5	53	70	111	207	207	66
X11	70.0	9.0	9.0	12.0	27	42	67	122	208	66
X13	74.0	9.0	5.0	12.0	51	—	—	217	—	—
X15	74.0	7.0	7.0	12.0	—	—	—	—	—	—
X16	76.0	7.0	5.0	12.0	32	54	86	117	209	67
X17	74.0	5.0	9.0	12.0	31	—	—	133	—	—
X18	76.0	5.0	7.0	12.0	23	52	84	100	223	71

sive strength of control prisms without any additives. The curve for the prism containing 7 percent kaoline, 7 percent gypsum and 24.5 percent pozzolana was higher than the curve for the control prism for the first three weeks and later it intercepted it and remained with lower strength at 28 days. All other curves were lower than the curve of the control prism from the begining till the end of soaking the highest of

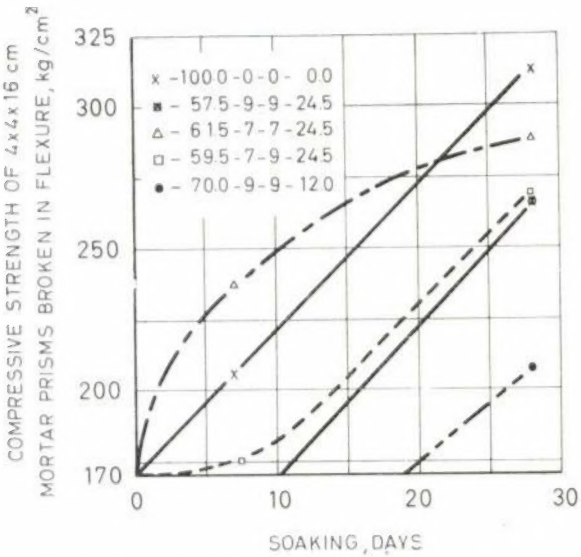


Fig. 6 — Effect of different combinations of portland cement, kaoline, gypsum and pozzolana on the compressive strength

which being that of prisms containing 7 percent kaoline, 9 percent gypsum and 24.5 percent pozzolana. The prisms containing 9 percent gypsum and 9 percent kaoline exhibited the lowest strength with those containing 12 percent pozzolana being much lower than those containing 24.5 percent as can be seen from the figure.

A study of the compressive strength values in the table shows that prisms which experienced the least loss of strength, from the control prisms-were those designated X 2, X 3, X 5 and X 6. It is interesting to note that all of these prisms contained higher gypsum contents than kaoline, except X 5 which contained 7 percent kaoline and gypsum. On the other hand, prisms that experienced the highest loss in compressive strength were those having higher gypsum contents than kaoline or containing high percentages of both kaoline and gypsum as the case of X 1 which contained 9 percent of both. However, generally speaking the loss of strength of most of the combinations were in the range of 85 to 92 percent which is considered a very small loss if we keep in mind that, in the field, greater losses take place while concreting due to variations of water-cement ratio, cement content or grading of aggregates.

The flexural strength of prisms with expansive components over those without any expansive components was improved in most cases. This can be easily seen from the tables. Some prisms registered a gain of strength close to 16 percent while others equalled the strength of the control prisms. The only exceptions were those containing 12 percent pozzolana which all showed a loss in flexural strength; yet this loss was not as high as was the case with the compressive strength.

2. EFFECT OF CURING TEMPERATURE

The effect of curing water temperature on the expansion of $4 \times 4 \times 16$ cm mortar prisms is demonstrated by the curves of figure 7. The prisms were put after molding in a moist closet of 95 percent humidity and with a 20 °C temperature; then, after 24 hours the molds were opened and the prisms put in water for the required time. Three water temperatures were used in the present tests, they were 20, 40 and 60 °C. The curve for the 20 °C cured prisms shows a uniformly ascending slope consistant through the 8 days of soaking. At the end of 8 days these prisms registered higher expansions than any of the other prisms cured at higher

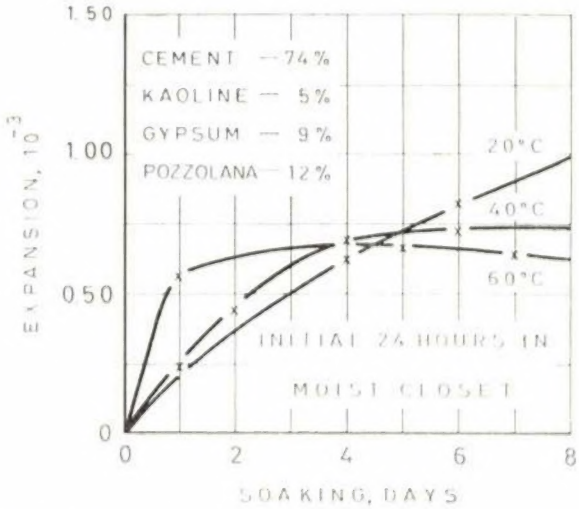


Fig. 7 — Expansion of mortar prisms in different curing water temperatures

temperatures. The curve for the 40 °C has a sharper slope than that of the 20 °C reaching the maximum expansion in 4 days and then taking a horizontal position indicating the ceasing of the reactions. In the case of the prisms cured at 60 °C the gain in expansions was most rapid reaching the maximum value in one day and then taking a horizontal position which was lower than the other prisms at the end of 8 days soaking.

It seems from the foregoing that the increase of the curing temperature reduces the overall expansion values, however it completes the expansions at an earlier time by ceasing the reactions more rapidly.

3. EFFECT OF RICHNESS OF MIX

A set of prisms were made containing different cement contents with expansive components to study its free expansion properties. The results are presented in figure 8. The curing was done by putting the prisms for 24 hours in a moist

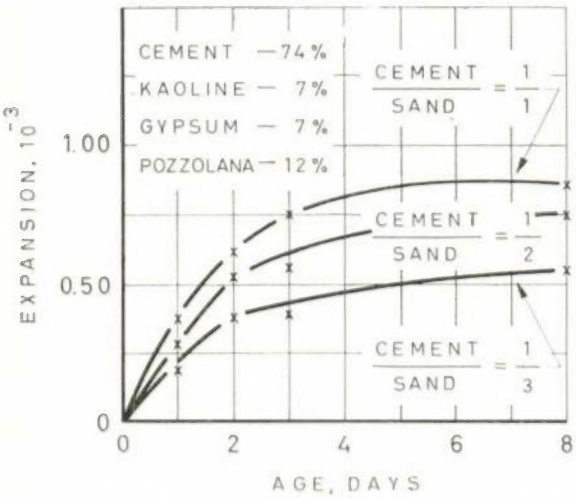


Fig. 8 — Effect of richness of mix on the expansion of 4 × 4 × 16 cm mortar prisms cured in water

closet and then for 8 days in water. Three different cement to sand ratios were used to increase the richness of the mix; these were 1 to 1, 1 to 2 and 1 to 3 by weight.

The study of the curves of these three ratios indicates the influence of cement content on the expansion of prisms containing the same expansive components. The cement to sand ratios of 1 to 3 exhibited the lowest expansions while the prisms with 1 to 1 cement sand ratios were the highest among the curves. It seems, therefore, that the increase of cement contents in mortar prisms increases the free expansions greatly, providing other factors be constant.

4. EFFECT OF RESTRAINT

In order to study the effect of restraint on the compressive strength of 4 × 4 × 16 cm mortar prisms broken in flexure a series of tests were conducted and are reported in figure 9. The restraint was provided by keeping the prisms in

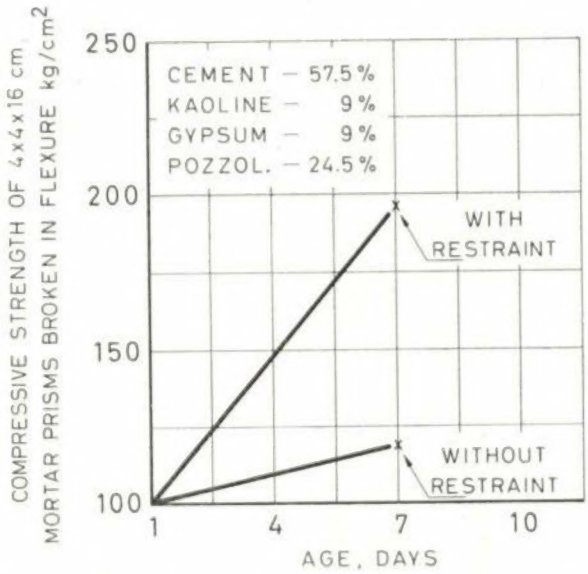


Fig. 9 — Influence of restraint on the compressive strength of 1:3 mortar prisms

their molds up to the time of testing. The strength of the prisms which were unrestrained was greatly diminished while when complete restraint was provided compressive strength was very high. The strength of restrained prisms reached a high value of 190 kg/cm², while when the same prisms were unrestrained the strength dropped down to 118 kg/cm². This was a loss of about 38 percent in 7 days of soaking. With the duration of soaking this difference is expected to increase due to the increase of expansion of the unrestrained prisms.

5. DEVELOPMENT AND LOSS OF STRESSES

A study of the results presented in Table 3 for the different combinations of the expansive components reveals that in most of the cases for

the soaking period, the 7 days value of stresses was close to the 28 days value. This indicates the specimens gain the expansive stresses quickly in the early days of soaking and keeping them soaking up to 28 days does not improve much those expansive stresses. The least stresses were developed by prisms containing 9 percent kaoline, 5 percent gypsum and 24.5 percent pozzolana; the highest were those containing 9 percent kaoline, 9 percent gypsum and 12 percent pozzolana.

Among the specimens containing 24.5 percent pozzolana the highest stresses were developed by those having the higher gypsum contents. To visualize the influence of gypsum on stress development, figure 10 is presented. The curves for the specimens containing 5 percent gypsum reached 20 kg/cm² in 7 days which is about 95

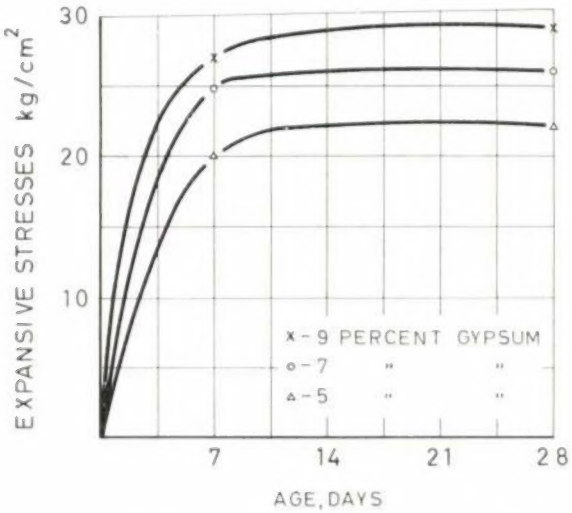


Fig. 10 — Expansive stresses of specimens containing 5 percent kaoline, 24.5 percent pozzolana and different gypsum contents

percent of the maximum stress. The specimens with 7 percent gypsum reached a stress of 25 kg/cm², which is 96 percent of the maximum stress. The specimens containing 9 percent gypsum had the highest stresses reaching about 29 kg/cm². These data clearly indicate that expansive stresses increased with increase of amount of gypsum content but not proportionally. Most gain of stresses was accomplished in the first 7 days of soaking.

In general very high stresses were developed by the specimens, these values were most influenced by the gypsum and pozzolana contents. In certain combinations stresses as high as 34 kg/cm² were reached. However, upon drying, the specimens lost great part of their stresses. The least loss was about 75 percent and in some combinations the stresses were completely lost after one week of drying. Figure 11 demonstrates graphically the loss of stresses for the specimens

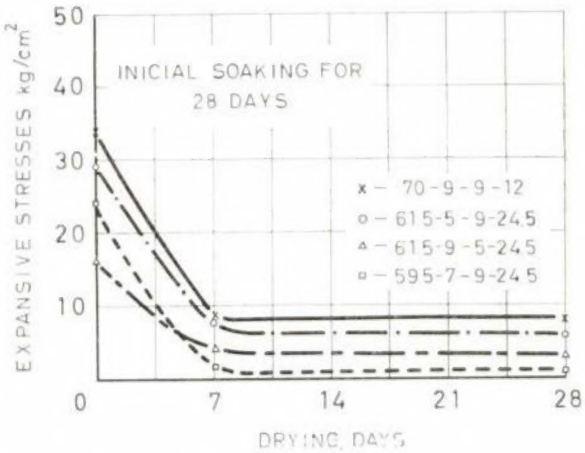


Fig. 11 — Loss of expansive stresses upon drying of specimens containing different percentages of portland cement, kaoline, gypsum and pozzolana

containing different expansive components. The specimens were dried in 50 percent humidity after 28 days of soaking in water. The specimens containing 9 percent gypsum and kaoline and 12 percent pozzolana lost stresses from 34 kg/cm² to 8 kg/cm² in seven days; this loss is about 75 percent and was the least. The specimens that registered the highest loss were those containing 7 percent kaoline and 9 percent gypsum, which reached 1 kg/cm² in one week from a stress of 24 kg/cm². Of the two prisms that had a summation of gypsum plus kaoline percentages of 14, the one that had the higher kaoline and lower gypsum registered the least loss of stresses.

From the summation of the results in figure 11 and in Table 3 it seems that the specimens containing the highest gypsum and pozzolana contents exhibited the greatest loss of stress upon drying.

6. EFFECT OF PERCENTAGE OF EXPANSIVE COMPONENT

The effect of percentage of expansive component on expansion characteristics and on compressive strengths was determined for three

groups of unrestrained mortar specimens cured in water. Results of these tests are shown in figures 12 and 13.

In figure 12 the free expansion of these groups of specimens is shown.

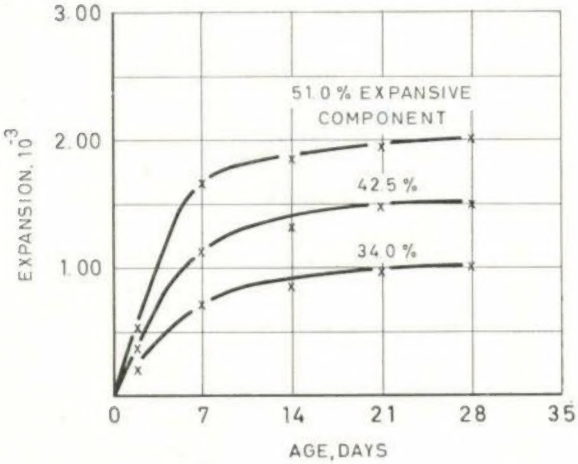


Fig. 12 — Expansion of $4 \times 4 \times 16$ cm mortar prisms with different percentages of expansive component

The use of 34.0 percent of expansive component caused the $4 \times 4 \times 16$ cm. prisms to expand 0.70×10^{-3} within the first 7 days, or about 70 percent of the ultimate free expansion reached at 28 days. Prisms containing 42.5 percent of expansive component expanded 1.1×10^{-3} in the first 7 days, or about 73 percent of the ultimate expansion reached by the prisms. The use of 51.0 percent of expansive component caused an excessively high expansion reaching 2.0×10^{-3} in 28 days. At 7 days the expansion was about 85 percent of that at 28 days. These data clearly indicate that expansion increases with increase in amount of expansive component and almost proportionally. Most reactions were terminated in the first two weeks of soaking.

To study the influence of amount of expansive component on strength figure 13 is presented. In this figure the 7 days compressive strength of $4 \times 4 \times 16$ cm. mortar prisms broken in flexure is plotted against percentage of expansive component. The strength value at the zero percent line indicates the strength of the control prisms without any expansive component. From the shape of the curve it seems that the strength value reduced greatly with the addition of expansive component in the range from about 30 up to about 40 percent. For percentages higher than 40 percent the loss in strength was small although strength values for expansive component percentages higher than 51 percent are not available. The control prisms possessed a strength of 179 kg/cm² while prisms with 51 percent expansive component had a strength of 155 kg/cm² which is a loss of 13 percent from the control

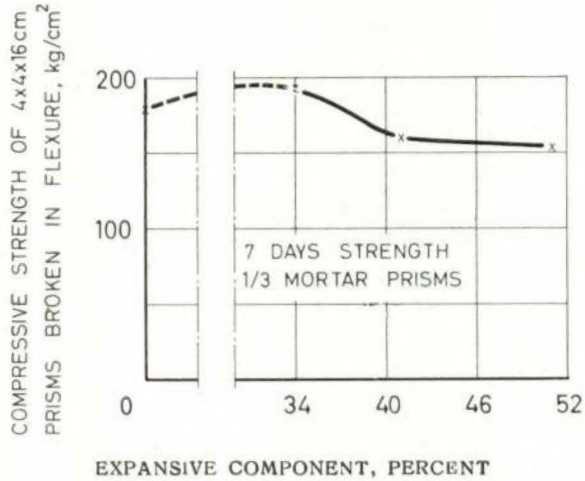


Fig. 13 — Effect of expansive component percentage on the compressive strength

prisms. Expansive component contents up to 30 percent even showed a gain in strength over the control prisms. This can be visualized from the shape of the curve.

CONCLUSIONS

It should be kept in mind when reviewing the following conclusions that the studies were carried on mortar mixes alone and intended as a pilot investigation.

1. We believe that it is not possible to design a self-stressing cement that induces enough stresses to give high traction to the reinforcement in concrete using the sulphoaluminate reaction. This is due to the fact that those stresses are never high enough and will partly be lost upon drying by relaxation.

2. It is possible to design a mix using 5 to 9 percent kaoline, 5 to 9 percent gypsum, 12 to 24 percent pozzolana and portland cement (A), having definite and controlled expansive characteristics and having all the requirements of a *shrinkage compensating cement.*
3. The higher the percentage of expansive components the greater the ultimate expansion. After soaking for 28 days prisms containing expansive components did not exhibit any shrinkage from the original length before soaking even after 600 days of drying in 50 percent humidity.
4. Expansive cements in the early ages developed compressive strengths lower than the control prisms without any additives. However with some combinations and for longer curing periods in water strengths equalled those of the control prisms. When prisms were allowed to dry in 50 percent humidity they exhibited lower strengths than the control prisms. With the reduction of expansive component contents to less than 35 percent, strengths higher than with portland cement alone were achieved, at least when prisms were always cured in water.
5. Restraint of expansions produces higher compressive and flexural strengths in the mortar prisms than without restraint. With complete restraint strengths increased more than 35 percent.
6. With the present expansive components, expansive stresses as high as 34 kg/cm^2 were attained. However, upon drying, great part of the stresses was lost. The magnitude of the stresses seems to be affected by the percentage of the different components as well as the curing temperature.
7. Increase of curing temperature of the prisms increased the rate of gain of expansion although maximum expansions were lower. Compressive strength and stresses also increased. With an increase of 20° C the compressive strength increased about 100 percent and stresses about 27 percent.
8. The increase of richness of cement in mortars increased the expansive properties of the mortar prisms.

ACKNOWLEDGEMENT

The writer is grateful to the Director and members of the L. N. E. C. for their continued encouragement during this study. Also the writer wishes to express his gratitude to Eng. Sousa Coutinho whose valuable aid as a guide and in making suggestions, as well as continued encouragement, made this paper materialize.

REFERENCES

1. Bryant Mather, «Investigation of expanding cement; summary of information available as of 1 July 1963», *U.S. Army. Eng. Waterways Exp. Station.*, Tech. Report No. 6-691, Sept. 1965.
2. Candlot, *E. Bull. Soc. Encour. Ind. Mat.*, 1890, p. 682.
3. «Expansive cement opens Era of New Concepts», *Chemical and Engineering News*, V. 42, No. 32, Aug. 10, 1964.
4. Coutinho, «L'influence de la nature minéralogique de l' agrégat sur la décomposition des mortiers et bétons de ciment Portland éxposés à l'eau de mer» International symposium on the «Behavior of concretes exposed to sea water» Palermo, Italy, 1965.
5. Gustaferro, Greening and Klieger, «Expansive Concrete — Laboratory Tests of Freeze-Thaw and Surface Scaling Resistance, *Journal PCA Research and Development Laboratories*, v. 8, No. 1, January 1966.
6. Klein, A. and Bertero, V. «Effects of Curing Temperature and Creep Characteristics of Expansive Concretes», *Proceedings, ASTM*, V. 63 1963.
7. Klein, Karby and Polivka, «Properties of an Expansive Cement for Chemical Prestressing», *Journal of the American Concrete Institute*, July 1961.
8. Klein, A. and Troxell, G. E. «Studies of Calcium Sulphoaluminate Admixture for Expansive Cements», *Proceedings, ASTM* vol. 58, 1958.
9. «Laboratory and Field Results of Compensated Shrinkage Cement» Lightweight Concrete Research and Development Corp., Van Nuya, Calif, Feb. 1964.
10. Lafuma, «Expansive cements» *Proc. Third International Symposium on the Chemistry of Cement*, London 1952.
11. Lea and Desch «The chemistry of cement and concrete», Longman's Green and Company, New York, 1956.

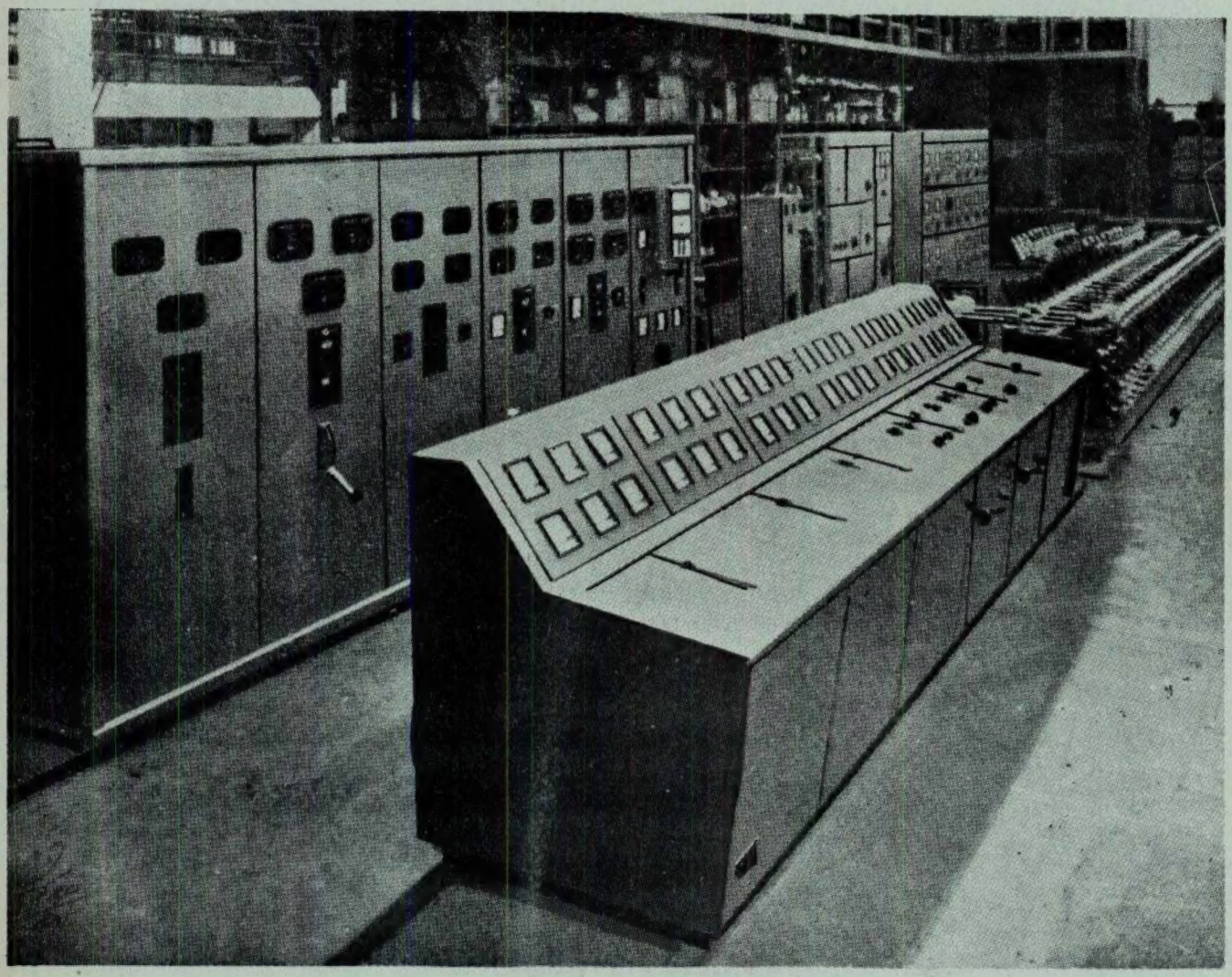
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

ESCAVADORAS HIDRÁULICAS
S/RODAS — S/LAGARTAS

yumbo

— ENTREGAS IMEDIATAS

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO
GUEDES & ALMEIDA, LDA.
RUA ÁUREA, 181 - 2.° — TELEFONES 32 50 11 - 32 78 45 — LISBOA

FUNDAMENTOS DE RADIOCOMUNICAÇÕES
pelo Prof. Abreu Faro
Preço 30$00

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS
Pelo Prof. Herculano de Carvalho
Preço 90$00

TOPOGRAFIA GERAL
pelo Eng.° A. C. Xerez
1.° Volume — 2.ª edição revista e aumentada
2.° » — 2.ª » » » »
Preço de cada volume 150$00

CÁLCULO DE PÓRTICOS
por G. Kani
Preço 50$00

DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO
pelo Eng.° Vasco Costa e Osvaldo Francês
Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"
Desconto: 10 % aos assinantes

12. Lerch, W. «The influence of gypsum on the hydration and properties of portland cement pastes «*Proc. A. S. T. M.*», V. 46, 1946.

13. Li, Shu-t'ien, «Expansive cement concretes — A review», *Proc. ACI*, vol. 62, no. 6, June 1965.

14. Lin, T. Y. and Klein, A. «Chemical Prestressing of Concrete Element Using Expanding Cements», *Journal of the American Concrete Institute*, September 1963.

15. Lossier, «Self-stressing of concrete made with expansive cement», Cement and Concrete Association, London, *Library Translation Number 23*, 1948.

16. Mikhailov, V.V. «New developments in selfstressed Concrete», *Proceedings, World Conference on Prestressed concrete*, Lithotype Process Co. No. 25-1, 1957.

17. Mikhailov, V.V., «Stressing cement and the mechanism of selfstressing concrete regulation», *Chemistry of Cement*, National Bureau of Standards Monograph 43, vol. 1, 1962.

18. Monfore, G.E., «Properties of Expansive Cement Made with Portland Cement, Gypsum and Calcium Aluminate Cement», *Journal PCA Research and Development Laboratories*, V. 6, No. 2, May 1964.

19. Pickett, «Effect of gypsum content and other factors on shrinkage of concrete prisms», *Proc. ACI*, vol. 48, 1948.

20. Polivka and Klein, «Bond strength characteristics of grouts containing an expansive cement», *Rilem Bulletin*, No. 13, December 1961.

21. Spellman, D.L., «Living Pavements», *California Highways and Public Works*, V.42, No. 9-10, Sept.-Oct. 1963.

22. Timms, Albert G., «Self-stressing Concrete», *Modern Concrete*, V.27, No 5, Sept 1963.

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

— Breve nota mensal

O mês de Maio caracterizou-se pela ocorrência de precipitações muito elevadas que passaram a ser as mais altas já registadas em idêntico mês desde 1955/56 — primeiro ano para que os Serviços do R. N. C. dispõe de registos de confiança. Em Venda Nova as precipitações atingiram mesmo cerca de 3,4 vezes o respectivo valor médio.

Em consequência, o regime de afluência ao conjunto do sistemas foi bastante favorável tendo totalizado cerca de 869 GWh, valor que tem uma probabilidade de ser excedido de apenas cerca de 6 % e a que corresponde um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,59.

As afluências acumuladas desde o início do presente ano hidrológico corresponde uma probabilidade de serem excedidas de apenas 12 % o que traduz um regime bastante favorável.

II — Elementos gerais (GWh)

	a) Mensais		Variação
	1968	1969	%
Produção hidráulica (P_h)	510,0	510,7	0
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	510,0	510,7	0
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	3,9	5,2	+ 33
Exportações (Ex)	0,7	2,6	+271
Importações (I)	0,2	3,3	—
Saldo importador (S_I)	—0,5	+0,7	+300
Cons. em bomb. hidroelé. (C_b) (1)	9,2	0,0	—100
Produção para consumos perman. (P_{cp})	421,1	460,3	(1) + 9,3
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	83,1	56,3	+ 32
Total	513,4	516,6	+ 1
Coeficiente de hidraulicidade	1,38	1,59	—

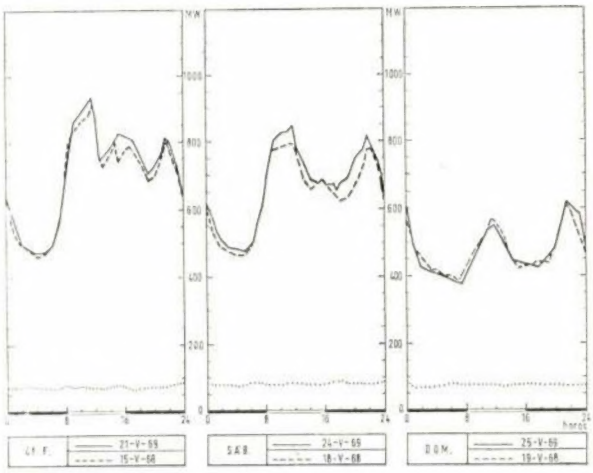
NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais e respectivamente de 9,4 e 9,0 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1968	1969
Produção hidráulica		(P_h) MWh	16 936	17 300
Produção térmica		(P_t) MWh	0	0
Produção total		(P_T) MWh	16 936	17 300
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	00
	Import.	(I) MWh	0	100
Cons. em bomb. hidroel. (C_b) MWh			150	0
Prod. p.ª cons. perm. (P_{cp}) MWh			13 980	15 656
Prod. p.ª cons. não perm. (P_{cnp}) MWh			2 606	1 664
TOTAL		$P_T + (-Ex)$ MWh	16 786	17 320
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	904	943
		Potência mín. MW	462	471
		Utiliz. da ponta horas	18,6	18,4
		Factor de carga	0,77	0,76
	P_{cp}	Potência máx. MW	780	675
		Potência mín. MW	343	403
		Utiliz. da ponta horas	17,7	17,9
		Factor de carga	0,74	0,75

MAIO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	973,1	100,0
Paradela	221,9	99,7
Venda Nova	127,8	99,8
Salamonde	27,3	98,9
Caniçada	16,6	50,2
Vilar	100,2	99,6
Cabril	336,0	99,0
Castelo do Bode	162,3	99,6
Guilhofrei	7,6	91,6
Lagoa Comprida	(2) 36,4	95,4
Santa Luzia	59,7	96,9
Pracana	12,1	93,8
Póvoa	(3) 12,6	95,2
Total { com A. Rabagão	2093,6	98,6
Total { sem A. Rabagão	1120,5	97,5

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 3,0 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 3,0 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,7 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

PRISMA

ARMADURAS
PRÉ-FABRICADAS
EM TODOS
OS TIPOS DE AÇO
PARA BETÃO

AÇO A 24
AÇO A 40
AÇO A 50
AÇO A 68

PRISMA - Armaduras para Betão, SARL
Rua D. Luís I, 20 — LISBOA 2
Telef. 67 01 76

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA, S. A. R. L.

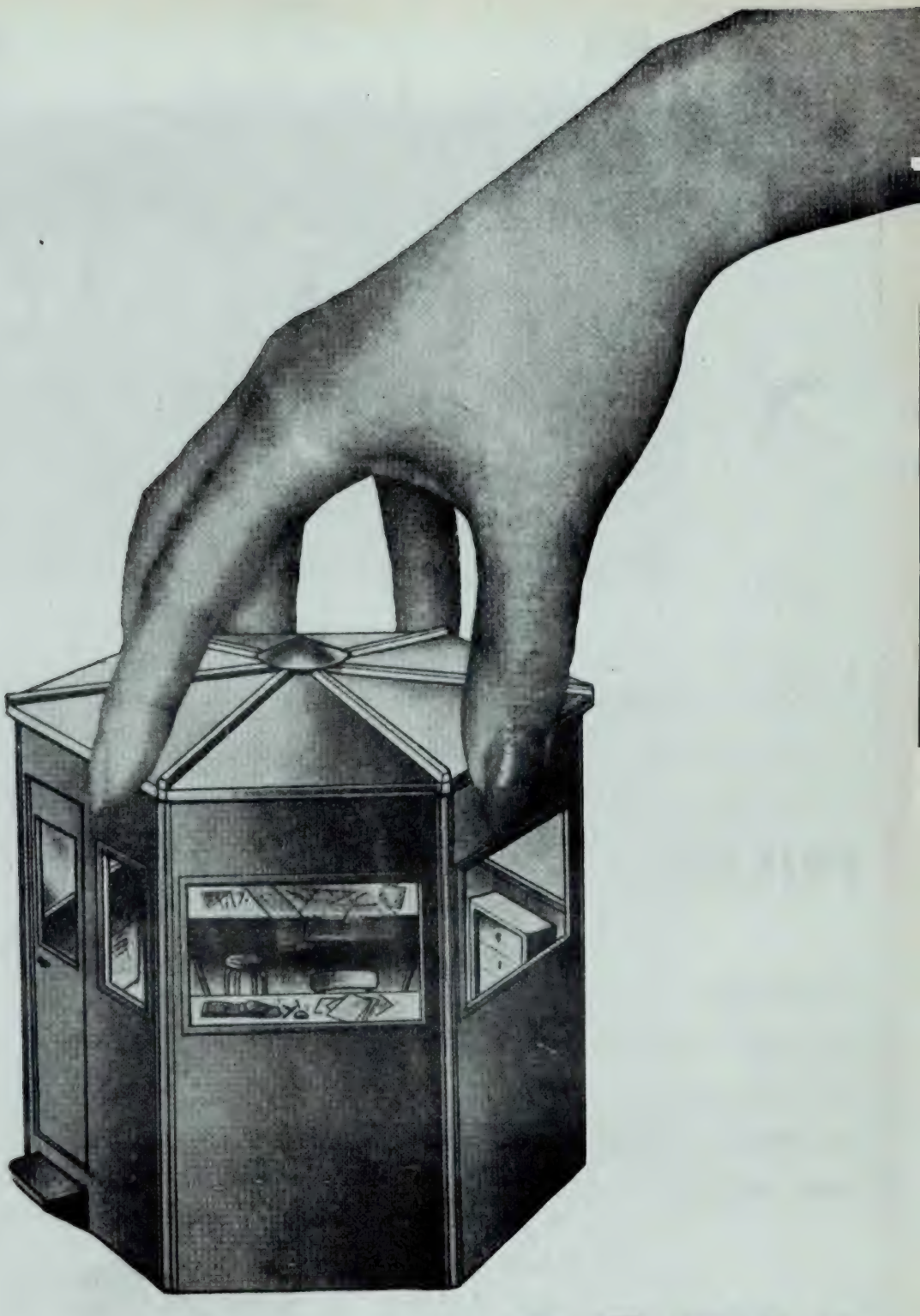
trefilaço — A40 — σ 0,2 = 40 kgf/mm²

MALHASOL — A50 — σ 0,2 = 50 kgf/mm²

AÇO BI — A68 — σ 0,2 = 68 kgf/mm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO

DIAL — GABINETE TÉCNICO
R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 67 12 24/5 e 67 37 85 - LISBOA



ESCRITÓRIOS MÓVEIS "RÉEL"

FABRICA PORTUGAL

RUA FEBO MONIZ, 20 — LISBOA-1

C. D. U. 551.482.212.3:532.543

EVOLUÇÃO E POSIÇÃO ACTUAL DOS CONCEITOS SOBRE TRANSPORTE SÓLIDO EM ESCOAMENTOS COM SUPERFÍCIE LIVRE

(Conclusão)

por L. VEIGA DA CUNHA
Engenheiro Civil (IST) do
Serviço de Hidráulica do LNEC

5. TRANSPORTE SÓLIDO EM SUSPENSÃO

5.1 — Distribuição da concentração de material transportado em suspensão

Já se referiu em 1.2 que o transporte de material sólido em suspensão é consequência da turbulência do escoamento. Num escoamento bidimensional a componente vertical das flutuações de velocidade é responsável pela manutenção das partículas em suspensão. Como se sabe o valor médio desta componente é nulo e por isso os caudais médios, que atravessam no sentido ascendente e descendente uma superfície horizontal colocada no seio de um escoamento permanente, são precisamente iguais. Sabe-se ainda que a concentração do material em suspensão cresce da superfície para o fundo e portanto, no que se refere ao transporte por efeito da turbulência, o caudal sólido ascendente deve ser maior que o descendente. A diferença é compensada pelo transporte provocado pela acção da gravidade que restabelece o equilíbrio.

A equação diferencial que traduz quantitativamente este equilíbrio foi proposta por O'BRIEN, 1933, e tem a seguinte forma

$$-\varepsilon_s \frac{dc}{dy} = cw \qquad (5.1)$$

onde o primeiro membro corresponde ao transporte devido à turbulência e o segundo ao transporte provocado pela gravidade. c é a concentração a uma distância y do fundo, w é a velocidade de queda do sedimento e ε_s é o *coeficiente de difusão dos sedimentos* que está relacionado com o *coeficiente de difusão da quantidade de movimento* ε_m através da expressão

$$\varepsilon_s = \beta \varepsilon_m \qquad (5.2)$$

onde β é um factor numérico. O sinal menos do primeiro membro da equação (5.1) resulta do gradiante da concentração ser negativo.

Combinando (5.2) e (2.19) obtém-se

$$\varepsilon_s = \beta K V_* \frac{y}{H}(H-y) \qquad (5.3)$$

onde os símbolos têm os significados oportunamente indicados.

Substituindo o valor de ε_s na expressão (5.1) e integrando, obtém-se a lei de distribuição da concentração em profundidade que foi introduzida por ROUSE, 1937:

$$\frac{c}{c_0} = \left(\frac{H-y}{y} \frac{y_0}{H-y_0} \right)^z \qquad (5.4)$$

com

$$z = \frac{w}{\beta K V_*} \qquad (5.5)$$

A equação (5.4) relaciona a concentração c do material em suspensão a uma distância qualquer do fundo y com a concentração c_0 a uma determinada distância do fundo y_0. Exige portanto o conhecimento prévio do valor da concentração num ponto. LANE e KALINSKE, 1941, sugeriram um critério para definir a concentração imediatamente acima do fundo em função das características do material e do escoamento. Este critério contudo não beneficiou de grande aceitação e parece aconselhável procurar em cada caso obter um valor da concentração por medição directa.

A equação (5.4) mostra que à superficie, isto é com $y = H$, a concentração se anula, e que junto ao fundo, para $y = o$, a concentração é infinita, o que é fìsicamente impossível. Como é evidente, a concentração máxima teórica corresponde à ocupação total da secção por material

em suspensão, o que corresponde a cerca de 1,65 t/m³ para material com peso específico normal. Nestas condições a equação (5.4) só será válida acima de uma determinada distância do fundo. Em 5.2 quando se referir a determinação do caudal sólido em suspensão, que envolve a integração em profundidade do produto da velocidade pela concentração, voltará a analisar-se este aspecto.

VANONI, 1946, definiu curvas de variação de $\frac{c}{c_0}$ com $\frac{y-y_0}{H-y_0}$ para vários valores de z, considerando a concentração de referência c_0 determinada a uma distância do fundo igual a 5 % da profundidade total (fig. 11). Verifica-se que para valores baixos de z a concentração varia pouco com a profundidade, tendendo a ser uniforme, enquanto para valores de z elevados as concentrações à superfície são muito menores do que junto ao fundo.

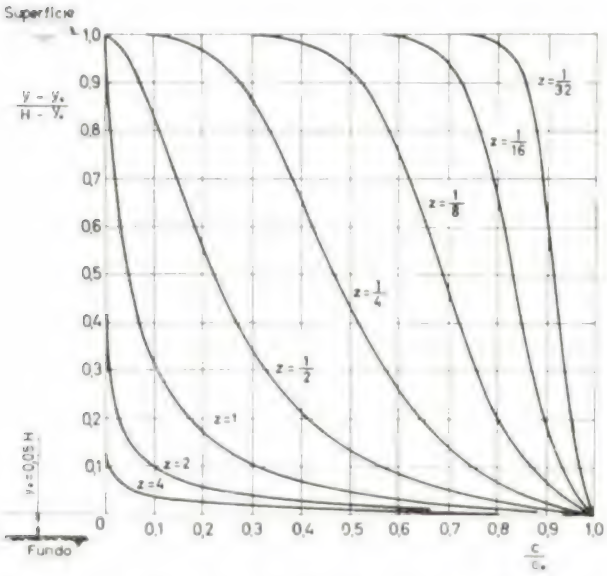


Fig. 11 — Curvas de distribuição em profundidade da concentração de material em suspensão

A equação (5.5) mostra que z é proporcional à velocidade de queda dos sedimentos e que portanto num determinado escoamento os materiais mais finos tendem a distribuir-se uniformemente em toda a profundidade e os materiais grosseiros são transportados sobretudo junto ao fundo.

Por outro lado a proporcionalidade inversa entre z e V_* mostra que o mesmo material se distribui em profundidade de forma tanto mais uniforme quanto maior for a energia do escoamento. Como se viu em 2.1 a constante de Von Karman K vale aproximadamente 0,4 em água límpida e diminui quando a concentração aumenta. Portanto para um dado material K varia em sentido contrário ao de V_*. No entanto as variações de K são muito menores que as de V_* e por isso o produto $\beta K V_*$ varia sempre no mesmo sentido de V_*. O valor de β pode tomar-se igual à unidade sem erro sensível, de acordo com o resultado de determinações experimentais.

Para aplicar a expressão (5.4), além de c_0, é necessário conhecer w, K e V_* para determinar z.

A velocidade de atrito no fundo é como se sabe

$$V_* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \sqrt{g\,H\,I}$$

e exige portanto o conhecimento da profundidade e da inclinação da linha de energia que por vezes é de determinação delicada.

Em relação à velocidade de sedimentação w só é possível adoptar um valor único se o material tiver granulometria aproximadamente uniforme. Em regra, contudo, isto não acontece com os sedimentos naturais transportados nos cursos de água e se se adoptar um valor médio de velocidade de sedimentação, a equação (5.4) conduz a valores errados. O que há a fazer nestes casos é considerar várias fracções granulométricas do material trasportado, cada uma com a sua velocidade de queda, e aplicar a equação (5.4) individualmente às várias fracções consideradas. Neste caso põe-se o problema de saber quantas fracções se devem considerar para garantir uma precisão suficiente dos resultados. EINSTEIN, 1950, verificou que uma relação de $\sqrt{2}$ entre os diâmetros extremos de cada fracção, tal como estabelecem algumas séries de peneiros normalizadas, é plenamente satisfatória. O mesmo autor considera que, se a gama de dimensões do material for muito extensa, é muitas vezes possível utilizar uma relação igual a 2 entre os diâmetros extremos das fracções sem introduzir erros importantes.

Como se referiu em 3.1 a temperatura é um dos factores condicionantes de velocidade de queda das partículas. LANE *et al.*, 1949, fizeram pela primeira vez observações sistemáticas num curso de água com características aproximadamente permanentes no que respeita aos caudais

líquido e sólido transportados e verificaram que para um abaixamento de temperatura de cerca de 30° a 5°C, se dava um notável aumento de concentração de material em suspensão, da ordem de 1 para 3. Com base em ensaios laboratoriais, STRAUB, 1955, verificou no entanto que o efeito da temperatura na concentração de material em suspensão é sobretudo sensível para o material com menos de 0,4 mm, não havendo qualquer influência da temperatura para material com mais de 1 mm, pois a velocidade de queda destas partículas é mais condicionada pelas forças de turbulência do que pelas forças de viscosidade.

A determinação do valor da constante de Von Karman é mais controversa do que a da velocidade de queda. Uma das formas possíveis para achar K baseia-se na determinação da velocidade a várias profundidades. A equação (2.2) de Prandtl, integrada entre a superfície e um ponto à distância y do fundo, conduz a

$$u - V_{max} = \frac{2{,}3\, V_*}{K} \log \frac{y}{H}$$

A representação gráfica de u em função de $\frac{y}{H}$ em coordenadas semilogarítmicas é uma recta e permite determinar fàcilmente o valor de K em cada caso. Esta representação gráfica, que pressupõe a velocidade superficial igual à velocidade máxima, tem sido utilizada para regularizar observações em cursos de água naturais com resultados muito satisfatórios. Referem-se por exemplo as observações de FLOWER, 1953, realizadas em diversos rios dos E. U. A., que mostram que os valores de K variam entre aproximadamente 0,4 para água límpida e 0,2 para concentrações elevadas de material em suspensão. Verifica-se também que aos menores valores de K correspondem maiores gradiantes de velocidade, o que aliás está de acordo com a equação de Prandtl (2.2).

VANONI, 1946, com base em resultados experimentais concluiu que há um amortecimento da intensidade de turbulência quando a concentração dos materiais em suspensão aumenta, explicando esta circunstância pelo acréscimo de energia consumida para manter as partículas em suspensão. A proporcionalidade directa entre os coeficientes de difusão da quantidade de movimento ou dos sedimentos e a constante de Von Karman [expressões (2.19) e (5.3)] concorda com os resultados de Vanoni.

Contudo, estudos experimentais posteriores realizados por ELATA e IPPEN, 1961, utilizando suspensões de material com peso específico igual ao da água, não confirmam a redução da intensidade de turbulência com o aumento de concentração, evidenciada pelas experiências de Vanoni. HINO, 1963, realizou também um estudo teórico-experimental que revelou concordância com os resultados de Elata e Ippen.

EINSTEIN e CHIEN, 1955, definiram um critério para fixar os valores da constante de Von Karman sem necessidade de recorrer à determinação da curva de distribuição de velocidade. Com base num grande número de resultados experimentais de laboratório e da natureza definiram uma função (fig. 12)

$$K = f\left[\frac{\Sigma \bar{c}_i\, w_i}{\gamma\, VI}\, \frac{\gamma'_s}{\gamma_s}\right]$$

onde $\bar{c}_i$ é a concentração média em profundidade da fracção granulométrica com velocidade de

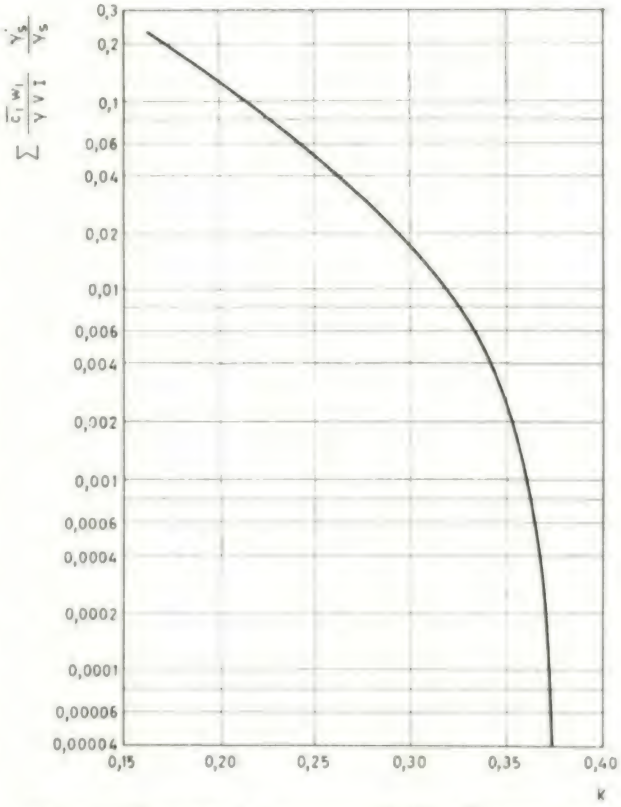


Fig. 12 — Variação da constante de Von Karman com a concentração (de acordo com EINSTEIN e CHIEN, 1955)

sedimentação w_1 e os restantes símbolos têm os significados já indicados. Esta expressão pode utilizar-se para determinar o valor de K a partir de uma hipótese de distribuição de concentrações, fazendo-se o cálculo por aproximações sucessivas.

Como se compreende em face dos problemas levantados, a determinação analítica dos parâmetros c_0 e z que figuram na equação (5.4) é difícil e por isso se recorre habitualmente a medições directas do caudal sólido em suspensão. A representação de $\frac{c}{c_0}$ em função de $\frac{H-y}{y}$ num gráfico de coordenadas logarítmicas corresponde a uma recta cujo coeficiente angular é z. Para cada fracção granulométrica considerada haverá um valor de z e as rectas assim obtidas para determinados regimes do escoamento permitem extrapolar os resultados para regimes diferentes. VANONI, 1946, verificou que de um modo geral para os sedimentos finos os valores experimentais de z eram inferiores aos teóricos, enquanto para os sedimentos grosseiros eram ligeiramente superiores. Isto quer dizer que a distribuição dos sedimentos finos é mais uniforme do que a teoria deixa prever, sucedendo o contrário para os sedimentos grosseiros. Este facto é atribuído ao escorregamento que se verifica entre o fluido e as partículas sólidas de maiores dimensões em movimentos acelerados.

Vários autores propuseram equações para substituir a equação (5.4) de Rouse por considerarem que nalguns casos ela não se adaptava bem às condições naturais. Citam-se para facilidade de consulta as expresssões de HAYAMI, 1941, EINSTEIN e CHIEN, 1952, HUNT, 1954, TANAKA e SUGIMOTO, 1958, e NAGY, 1963, que contudo não se reproduzem por se considerar que não conduzem afinal a resultados melhores do que a equação de Rouse, embora sejam de estrutura consideràvelmente mais complexa.

Em relação ao que foi exposto importa referir que todas as equações teóricas propostas para caracterizar a distribuição da concentração, assentam na hipótese do escoamento bidimensional, o que nunca é válido na natureza e raras vezes em instalações laboratoriais. Na realidade estabelecem-se sempre correntes secundárias, transversais ao escoamento principal, que forçosamente interferem na distribuição lateral das concentrações. Vários autores têm reconhecido o seu efeito, pelas dificuldades que essa análise envolve. VANONI, 1946, por exemplo, refere os escoamentos secundários e analisa qualitativamente o efeito do material em suspensão na configuração destes escoamentos.

Note-se finalmente que as considerações apresentadas se aplicam a escoamentos com transporte em suspensão não excessivamente elevado. Nos escoamentos com elevadas concentrações de material em suspensão os fenómenos seguem leis diferentes, verificando-se por um lado um acentuado amortecimento da turbulência e por outro uma redução da velocidade de sedimentação das partículas em consequência do acréscimo simultâneo da viscosidade aparente e do peso específico da mistura água-sedimento. BEVERAGE e CULBERTSON, 1964, que estudaram os escoamentos hiperconcentrados, estipulam que eles devem considerar-se como tal quando a concentração exceder 40 % em peso de material seco por peso de mistura água-sedimento (400 000 partes por milhão).

5.2 — Determinação do caudal sólido em suspensão

O caudal sólido em suspensão por unidade de largura obtém-se integrando o produto da concentração pela velocidade em toda a profundidade do escoamento. Será portanto

$$q_{ss} = \int_0^H cv\, dy \qquad (5.6)$$

sendo os valores de c e v obtidos a partir das respectivas leis de distribuição.

Com o objectivo de simplificar a integração, LANE e KALINSKE, 1941, propuseram que se tomasse um valor constante igual ao valor médio para o coeficiente de difusão dos sedimentos:

$$\varepsilon_s = \frac{HV_*}{15}$$

A equação (5.4) transforma-se então em

$$\frac{c}{c_0} = e^{-15\frac{y-y_0}{H}\frac{w}{V_*}} \qquad (5.7)$$

Considerando uma lei logarítmica de distribuição de velocidades, substituído (5.7) em (5.6) e integrando, obtém-se

$$q_{ss} = q\, c_0\, e^{15 \frac{y_0}{H} \frac{w}{V_*} P}$$

onde q é o caudal líquido por unidade de largura e P é um integral de determinação morosa que os autores apresentam sob a forma gráfica em função dos valores de $\frac{w}{V_*}$ e $\frac{1}{K_s H^{1/6}}$ onde K_s é o coeficiente de rugosidade de Strickler.

EINSTEIN, 1950, efectuou a integração indicada em (5.6) utilizando a expressão (5.4) para definir a distribuição de concentração e a expressão (2.4) para caracterizar a distribuição de velocidades, obtendo uma expressão da forma

$$q_{ss} = 11{,}6\, V_* c_0 y_0 \left[\left(2{,}3 \log \frac{30{,}2\, xH}{k_s} \right) I_1 + I_2 \right] \quad (5.8)$$

com

$$I_1 = 0{,}216 \frac{A^{z-1}}{(1-A)^z} \int_A^1 \left(\frac{1-y}{y} \right)^z dy \quad (5.9)$$

e

$$I_2 = 0{,}216 \frac{A^{z-1}}{(1-A)^z} \int_A^1 \left(\frac{1-y}{y} \right)^z \ln y\, dy \quad (5.10)$$

sendo

$$A = \frac{y_0}{H}$$

Os valores das integrais I_1 e I_2 são dados gràficamente pelo autor para facilidade de cálculo.

Como se referiu oportunamente, a concentração dada pela equação (5.4) assume um valor infinito junto ao fundo, o que é impossível. Verifica-se que na vizinhança da fronteira do escoamento o comprimento de mistura l assume valores progressivamente menores à medida que que se dá a aproximação da fronteira. Quando l for muito pequeno também o será ε_m e ε_s e a suspensão do material por acção da turbulência não é possível. Einstein considerou que a distância mínima do fundo a que ainda é possível a suspensão é cerca de duas vezes o diâmetro do material e admitiu por isso que a validade da equação (5.4) se limita a valores de y entre $2d$ e H.

6. TRANSPORTE SÓLIDO TOTAL

O caudal sólido total numa secção de um escoamento é a soma dos caudais sólidos transportados por arrastamento e em suspensão. Estas duas modalidades de transporte foram tratadas separadamente, não só porque o mecanismo do transporte é diferente nos dois casos, mas também porque é costume recorrer a aparelhos diferentes para medir os caudais sólidos por arrastamento e em suspensão. No entanto, já se referiu anteriormente que na prática não é possível definir uma separação nítida entre as duas modalidades de transporte e nem sequer parece lícito considerar que elas sejam completamente independentes.

Na realidade, se se considerar que o material em suspensão provém do fundo, estando portanto a sua granulometria representada no material arrastado, pode-se admitir uma continuidade de transporte sólido desde o fundo até à superfície e é possível relacionar o transporte em suspensão com o transporte por arrastamento. Contudo, em certos casos o material em suspensão não provém do fundo, mas das vertentes da bacia hidrográfica, e nessas circunstâncias o transporte em suspensão é completamente independente do transporte por arrastamento.

EINSTEIN, 1950, estabeleceu um método para relacionar a concentração de material sólido em suspensão com o caudal sólido por arrastamento. Esta relação é estabelecida a partir do valor da concentração imediatamente acima da camada em que se dá o transporte por arrastamento. Considerando que este valor é a concentração de referência c_0 da equação (5.4) é possível definir o caudal sólido em suspensão pelo processo referido em 5.2. Adicionando o caudal sólido em suspensão ao caudal sólido por arrastamento obtém-se o caudal sólido total.

A existência duma relação entre os caudais sólidos em suspensão e por arrastamento implica que o material em suspensão provenha do fundo. Deste modo as partículas finas que não figuram na composição do material de fundo não são consideradas neste cálculo.

Como já se referiu em 5.2, Einstein considerou que a suspensão só é possível a uma distância do fundo superior ao dobro da dimensão do material de fundo, processando-se portanto o transporte por arrastamento apenas numa camada superficial de espessura $2d$.

Admitindo que a velocidade média de deslocação do material nessa camada é V_s, a concentração (em peso por unidade de volume) de

material de uma fracção granulométrica i_s, transportado por arrastamento, é dada por

$$\frac{i_s \; q_s}{2 \; d \; V_s}$$

onde q_s é o caudal sólido total transportado por arrastamento por unidade de largura.

A concentração c_0 de material em suspensão correspondente à mesma fracção granulométrica é proporcional à concentração anteriormente definida. Obtém-se, portanto

$$c_0 = A \frac{i_s \; q_s}{y_0 \; V_*}$$

sendo $y_0 = 2d$ a distância do fundo a que é determinada a concentração c_0 e V_* a velocidade de atrito junto ao fundo que se admite proporcional a V_s. A é uma constante que deve ser determinada experimentalmente. Com base numa série de ensaios com materiais de diversas granulometrias Einstein obteve para A o valor de $\frac{1}{11,6}$ vindo

$$i_s \; q_s = 11,6 \; V_* \; c_0 \; y_0 \qquad (6.1)$$

O caudal sólido total de material em suspensão correspondente à fracção granulométrica i_{ss} obtém-se por substituição de (6.1) em (5.8).

$$i_{ss} \; q_{ss} = i_s \; q_s \; (P \; I_1 + I_2)$$

sendo

$$P = 2,3 \; log \; \frac{30,2 \; x \; H}{k_s}$$

e I_1 e I_2 dados pelas equações (5.9) e (5.10).

O caudal sólido total é dado por

$$i_t \; q_{st} = i_s \; q_s + i_{ss} \; q_{ss} = i_s \; q_s \; (P \; I_1 + I_2 + 1)$$

A aplicação do método de Einstein a cursos de água naturais evidenciou certas discrepâncias entre as previsões teóricas e os resultados das medições, que suscitaram tentativas para corrigir o método original. Cita-se, sem contudo se descrever, o *método de Einstein modificado* proposto por COLBY e HEMBREE, 1955. O BUREAU OF RECLAMATION, 1955, elaborou regras normalizadas para as aplicações de rotina deste método, referindo-se SCHROEDER e HEMBREE, 1656, e SHEPPARD, 1961, a casos concretos de aplicação que se revestem de interesse. Posteriormente COLBY e HUBBELL, 1961, referem uma forma simplificada do método de Einstein modificado, que é de aplicação menos morosa.

BAGNOLD, 1956, realizou uma análise muito sofisticada em que tomou em consideração numerosos parâmetros intervenientes nos fenómenos e considerou paralelamente o transporte sob a acção de um escoamento líquido e do vento. Bagnold estabeleceu uma fórmula para calcular o transporte sólido por arrastamento e outra para definir o caudal sólido total. Estas fórmulas não se reproduzem, porque apesar de serem de estrutura muito complexa não se revelaram na prática mais vantajosas do que as de outros autores, não só por incluírem também constantes determinadas empìricamente, mas ainda por alguns dos parâmetros que intervêm na fórmula serem de determinação prática difícil.

LAURSEN, 1958, pôs em dúvida a validade das hipóteses em que assentam os métodos de Einstein — original e modificado — e com base numa série de resultados próprios e de outros autores propôs a seguinte expressão:

$$\bar{c} = \sum_i p_i \left(\frac{d_i}{H} \right)^{7/6} \left(\frac{\tau'}{\tau_c} - 1 \right) f \left(\frac{V_*}{w} \right)$$

onde $\bar{c} = 265 \; \frac{q_s}{q}$ é a concentração média de material em suspensão, em percentagem do peso, para um material com densidade 2,65; p_i é a fracção de material, em peso, cuja dimensão é d_i; H, τ_c, V_* e w têm os significados já conhecidos e τ' é a tensão tangencial correspondente à rugosidade superficial ou tensão tangencial efectiva que vale

$$\tau' = \frac{V^2 \; d^{1/3}}{30 \; H^{1/3}} \text{ (em unidades inglesas)}$$

ou

$$\tau' = 1,72 \; \frac{V^2 \; d^{1/3}}{H^{1/3}} \text{ (em unidades métricas)}$$

O diâmetro d é o diâmetro médio do material.

A função $f\left(\frac{V_*}{w}\right)$ foi obtida experimentalmente e representa-se na fig. 13, permitindo obter os

caudais sólidos por arrastamento, em suspensão e total.

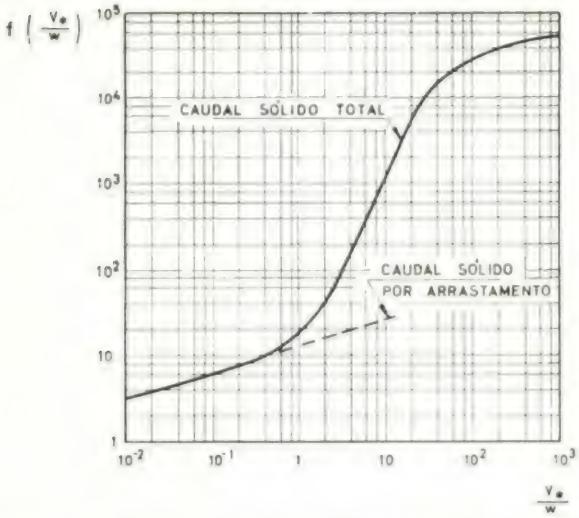


Fig. 13 — Representação gráfica da função que intervém na fórmula de Laursen (de acordo com LAURSEN, 1958)

GARDE e ALBERTSON, 1958, com base em estudos de transporte sólido em condutas, estabeleceram uma fórmula empírica que consideram válida para escoamentos com superfície livre e que verificaram por comparação com os resultados de diversos investigadores. A fórmula, que permite obter a concentração c_t de transporte sólido total expresso em percentagem do peso, é a seguinte:

$$c_t = \left[\left(\frac{d}{H}\,B\right)^{3/2} \frac{V_* H}{\nu}\right]^5$$

onde B é uma função da dimensão do material d apresentada sob a forma gráfica (fig. 14) e os restantes símbolos têm os significados conhecidos.

Recentemente CHANG *et al.*, 1967, propuseram um novo método para calcular o caudal sólido total que segue uma via análoga à proposta por EINSTEIN, 1950, isto é, calcula separadamente o caudal sólido por arrastamento e em suspensão e adiciona-os depois. O método é contudo de aplicação consideràvelmente mais expedita do que os métodos de Einstein e de Einstein modificado e parece também ser mais rigoroso, de acordo com comparações referidas pelos autores. O caudal sólido total por unidade de largura é dado por

$$q_t = K_t\,(\tau - \tau_c)\,V\,(1 + R_s)$$

onde K_t é um coeficiente de determinação experimental e R_s é dado por

$$R_s = \frac{H}{0{,}8\,a\,V}\left(V\,I_1' - \frac{2\,V_*}{K}\,I_2'\right)$$

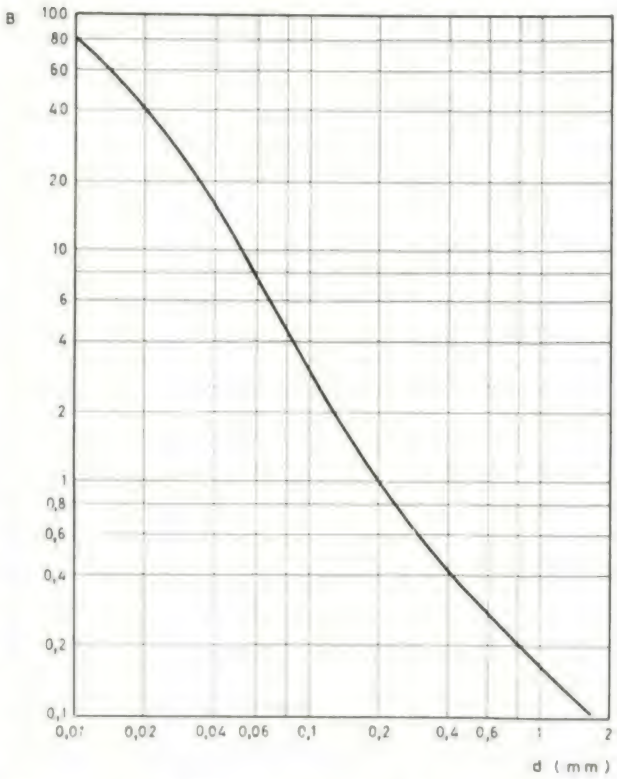


Fig. 14 — Variação do parâmetro B da fórmula de Garde e Albertson, com d (de acordo com GARDE e ALBERTSON, 1958)

O coeficiente K_t é indicado pelos autores em função das características do escoamento e do material transportado, a é a espessura do fundo em que se dá o transporte por arrastamento e I'_1 e I'_2 são integrais cujas expressões são também indicadas pelos autores.

Tal como acontece com as fórmulas que dão o transporte sólido por arrastamento, a aplicação das várias fórmulas indicadas para o cálculo do caudal sólido total conduz geralmente a uma considerável dispersão de resultados. Por isso nas aplicações práticas deverá procurar-se uma comparação criteriosa dos resultados das várias fórmulas e a sua verificação por meio de medições dignas de confiança. Além disso, sempre

que se trate de aplicar as fórmulas, deve-se ter presente que elas permitem definir a capacidade de transporte e não obrigatòriamente o caudal sólido realmente transportado. O caudal sólido efectivo está evidentemente condicionado pelas disponibilidades de material susceptível de ser transportado e só em situações de equilíbrio será igual à capacidade de transporte.

Já se referiu anteriormente que os métodos de cálculo do caudal sólido total não incluem os materiais de granulometria mais fina que não estão representados no material de fundo, provindo directamente da erosão superficial das vertentes da bacia e sendo na sua totalidade transportados em suspensão. O caudal sólido deste material mais fino não depende das características hidráulicas do escoamento mas das características fisiográficas da bacia e das variações espaciais e temporais da precipitação. A sua determinação só poderá ser feita recorrendo a medições directas ou resultados extrapoláveis de medições realizadas noutras bacias análogas. ANDERSON, 1954, refere medições realizadas em numerosas bacias de uma região dos Estados Unidos e indica as relações que obteve entre o caudal sólido em suspensão e diversas características fisiográficas das bacias.

7. TENDÊNCIAS ACTUAIS NO ESTUDO DO TRANSPORTE SÓLIDO

EINSTEIN, 1937, apresentou pela primeira vez o problema do transporte sólido em termos probabilísticos, considerando que as partículas alternavam deslocamentos discretos com paragens discretas e admitindo que as distâncias percorridas em cada deslocamento e os tempos de deslocamento e repouso eram variáveis aleatórias. Com uma única excepção para KALINSKE, 1947, esta forma de abordar o fenómeno do transporte sólido não encontrou durante muito tempo continuadores, tendo os investigadores preferido as vias determinísticas a que se fez referência nos capítulos anteriores.

Recentemente contudo, e por certo como consequência directa do fulgurante progesso dos computadores, tornou-se possível um ressurgimento do interesse pela aplicação dos processos estocásticos nos estudos de problemas de transporte sólido. Assim, em vez de se estudarem os problemas de transporte sólido em termos dos valores médios das variáveis que influenciam os fenómenos, aceita-se a importância das flutuações aleatórias dos valores dessas variáveis e conduz-se a análise em termos de parâmetros da teoria matemática das probabilidades.

Não se pretende nesta publicação referir em pormenor as tentativas já realizadas de aplicação dos processos estocásticos em transporte sólido, nem se procura realizar uma síntese que seria necessàriamente deficiente por carência de perspectiva. O leitor interessado nestas aplicações pode recorrer ao trabalho de NORDIN e RICHARDSON, 1967, que refere as tentivas mais significativas. Parece no entanto interessante enunciar as potencialidades de utilização dos processos estocásticos no estudo dos problemas de transporte sólido a diferentes níveis.

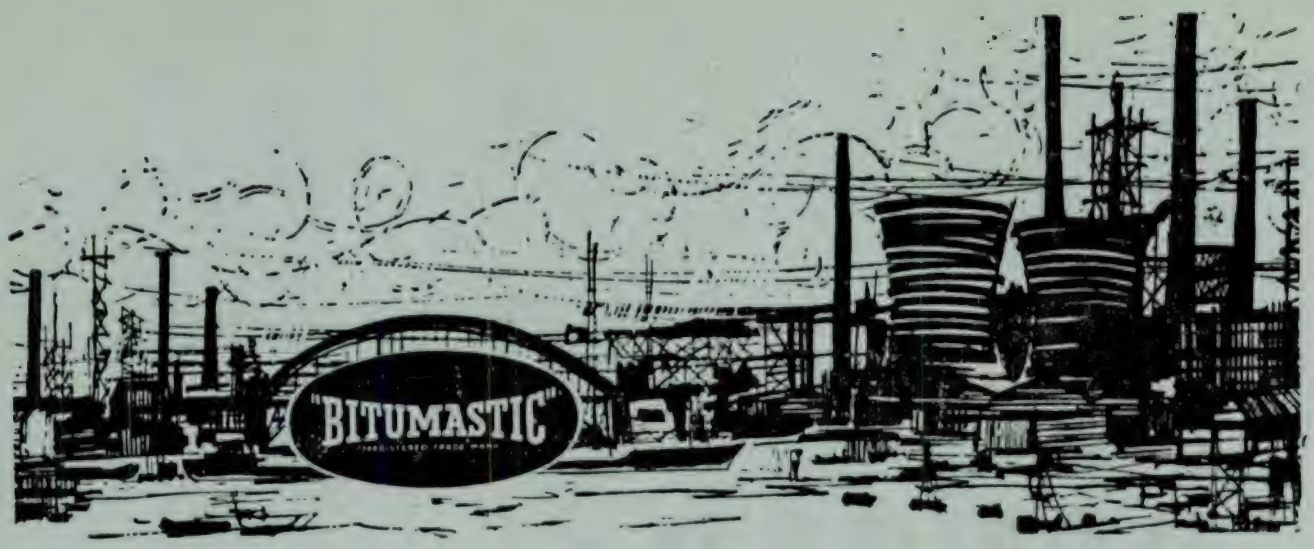
Em primeiro lugar é possível conceber modelos estocásticos para descrever o movimento das partículas em termos análogos aos propostos por Einstein e já atrás indicados. Referem-se por exemplo os trabalhos de SAYRE e CONOVER, 1967, e de CHIU, 1967.

Em segundo lugar pode-se recorrer aos métodos estocásticos para descrever quantitativamente os regimes de configurações de fundo. Citam-se por exemplo NORDIN e ALBERT, 1966, que analisaram o regime de dunas recorrendo à análise espectral e ASHIDA e TANAKA, 1967, que procuraram estudar o problema para outras configurações do fundo além das dunas. Um aspecto destes estudos que se revela promissor são as tentativas de estabelecimento de relações entre os parâmetros estatísticos das configurações de fundo e a rugosidade do leito com vista ao esclarecimento do problema ainda controverso das perdas de carga nos escoamentos de fundo móvel.

Finalmente em terceiro lugar tem-se procurado utilizar os processos estocásticos para caracterizar a morfologia geral dos rios e canais. Insere-se nesta via, por exemplo o trabalho de O'LOUGHLIN e SQUARER, 1967, que estuda um modelo estocástico da meandrização.

Não convirá concluir estas referências sem notar que a utilização dos processos estocásticos tem ainda hoje em dia várias limitações e dificuldades que alguns dos autores anteriormente citados são os primeiros a reconhecer.

A tendência actual mais desejável parece ser, não só estabelecer modelos estocásticos para o transporte sólido, mas também relacioná-los com



TINTA

ANTI-CORROSIVA ESPECIAL

Para a pintura de:

DEPÓSITOS DE ÁGUA POTÁVEL E OUTROS
CALDEIRAS
MÁQUINAS
TURBINAS
ESTRUTURAS ABAIXO DOS PAVIMENTOS
ISOLAMENTOS DAS TUBAGENS
ESTRUTURAS METÀLICAS
MATERIAL CIRCULANTE
GUINDASTES
POSTES
PAVIMENTOS DE AÇO, FERRO, MADEIRA, TIJOLO, PEDRA E CIMENTO EXPOSTOS AO TEMPO, ETC.

GRANDE RESISTÊNCIA AO CALOR

REPRESENTANTE:

MENDES DE ALMEIDA

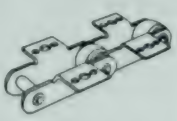
COMÉRCIO E INDÚSTRIA, S. A. R. L.

AV. 24 DE JULHO, 52 LISBOA-PORTUGAL TEL. 667710

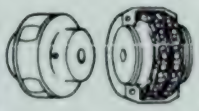
Mais de 1000 produtos **RENOLD** da maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão

CORRENTES DE TRANSMISSÃO
De ¼" até 5" segundo as normas BS, DIN, AFNOR, ASA e API.

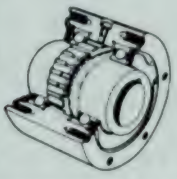
RODAS EM DEPOSITO
para uso com correntes RENOLD de transmissão e de transportadores.



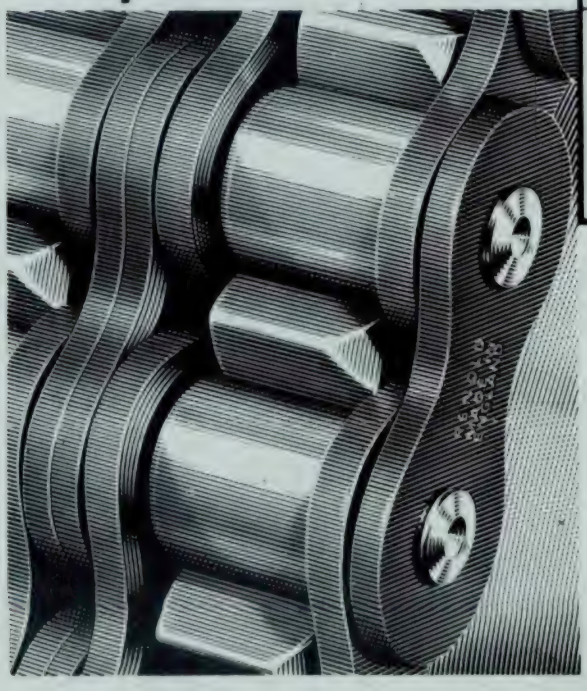
CORRENTES NORMAIS PARA TRANSPORTADOR
com adaptações para todos os fins. Gama 1.360 kg (3.000 libras) a 38.560 kg (85.000 libras).



UNIÕES DE ACOPLAMENTO
por Corrente, Cruzeta de Borracha e Disco Flexível até 2.500 CV.



EMBRAIAGENS
para rotação livre, movimento divisor e sem retrocesso.



Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca., Lda.

PORTO: **38, Rua de Ceuta, 48**
Apartado No. 162
Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA-2: **14, Largo do Corpo Santo, 18**
Tel: 324823-35124

RENOLD LIMITED SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

os modelos estocásticos do escoamento que incluem a descrição de todas as variáveis com influência no fenómeno do transporte sólido, em particular a distribuição das velocidades turbulentas e das tensões tangenciais na fronteira.

Os métodos determinísticos são por enquanto os que estão em condições de fornecer maior número de indicações de carácter prático e certamente ainda haverá um longo caminho a percorrer até que possam vir a ser eventualmente preteridos. Mas o que parece dever aceitar-se é que os processos estocásticos vêm acender a esperança de se vencer o impasse que a via determinística parece ter atingido, e que é constantemente patenteado de forma flagrante pelas grandes dispersões dos resultados a que invariàvelmente se chega.

Por fim deseja-se salientar que qualquer modelo, seja ele determinístico ou estocástico, deve ter por finalidade última a definição de uma equação de transporte sólido e que, dada a grande complexidade dos escoamentos com fundo móvel, os modelos estudados devem poder ser verificados por meio de medições em protótipos. O autor, 1968, elaborou uma síntese dos métodos de medição de caudal sólido que parece pôr em evidência um esmorecimento recente do esforço investido no estudo das técnicas de medição. Considera-se indispensável que esse esforço seja retomado e intensificado com carácter prioritário.

BIBLIOGRAFIA

ALAM et al., 1966 — *Friction Factors for Flow in Sand Bed Channels.* Massachusetts Institute of Technology. Hydrodinamics Laboratory Report n.º 78, Cambridge, Massachussets, 1966.

ALBERTSON, M. L.; SIMONS, O. B.; RICHARDSON, E. V., 1958 — *Discussdo de LIU, H. K.*, 1957. Proc. ASCE, New York, 84 (HY 1), Fev. 1958.

ANDERSON, A. G., 1953 — *The Characteristics of Sediment Waves Formed by Flow in Open Channels.* Proc. 3rd Midwestern Conference on Fluid Mechanics, Minneapolis, Minnesota, p. 379-395, 1953.

ANDERSON, H. W., 1954 — *Suspended Sediment Discharge as Related to Streams Flow, Thopography, Soil and Land Use.* Trans. AGU 35, p. 268-281, 1954.

ASHIDA, K., TANAKA, Y., 1967 — *A Statistical Study of Sand Waves.* Proc. 12th Congress IAHR, 2, Fort Collins, Colorado, 1967. p. 103-110.

BAGNOLD, R. A., 1956 — *The Flow of Cohesionless Grains in Fluids.* Trans. Royal Soc. of London, Sec. A., 249, 1956, p. 235-297.

BEVERAGE, J. P.; CULBERTSON, J. K., 1964 — *Hyperconcentrations of Suspended Sediment.* Proc. ASCE 90, New York, (HY6), Nov. 1964, p. 117-128.

BLENCH, T., 1957 — *Regime Behaviour of Canals and Rivers.* London, Butterworths, 1957.

BOGARDI, J., 1959 — *Parametres et invariants nouveaux pour determination de la capacité de charriage.* Die Wasserwirtschaft. Dec. 1959, p. 314-320 (Traduction n.º 680 du C. R. E. Chatou).

BONNEFILLE, R., 1963 — *Essais de synthèse des lois de début d'entrainement des sédiments sous l'action d'un courant en regime continu.* Bulletin du C. R. E. Chatou (5), Oct. 1963, p. 67-72.

BONEFFILLE, R., 1965 — *Étude d'un critère de début d'apparition des rides et des dunes fluviales.* Bulletin du C. R. E. Chatou (11), Avr. 1965, p. 17-22.

BUREAU OF RECLAMATION, 1955 — *Step Method for Computing Total Sediment Load by the Modified Einstein Procedure.* Project Investigations Division, 1955.

CHABERT, J.; CHAUVIN, J. L., 1963 — *Formations de dunes et de rides dans les modeles fluviaux.* Bulletin du C. R. E. Chatou (4), Juin, 1963, p. 31-51.

CHANG, L., 1939 — *Laboratory Investigation of Flume Traction and Transportation.* Trans. ASCE, New York 104, 1939, p. 1246-1313.

CHANG, F. M. et al., 1967 — *Total Bed-Material Discharge in Alluvial Channels.* Proc. 12th Congress of IAHR, 1, Fort Collins, Colorado, 1967, p. 132-140.

CHIEN, N., 1954 — *The Present Status of Research on Sediment Transport.* Proc. ASCE, New York, 80, Sep. n.º 565, Dec. 1954, p. 565/1 — 565/33.

CHIU, C. L., 1967 — *Stochastic Model of Motion of Solid Particles.* Proc. ASCE, New York, 93 (HY 5), Sep. 1967, p. 203-218.

COLBY, B. R., 1964 — *Practical Computations of Bed-Material Discharge.* Proc. ASCE, New York, 90 (HY 2), Mar. 1964, p. 217-246.

COLBY, B. R.; HEMBREE, 1955 — *Computations of Sediment Discharge. Niabrara River near Cody, Nebraska.* U. S. Geological Survey Water Supply paper n.º 1357, 1955.

COLBY, B. R.; HUBBELL, D. W., 1961 — *Simplified Method for Computing Total Sediment Discharge with Modified Einstein Procedure.* U. S. Geological Survey, Water Supply paper n.º 1593, 1961.

CUNHA, L. V., 1967 — *About the Roughness in Alluvial Channels with Comparatively Coarse Bed Materials.* Proc. 12th Congress of IAHR, 1, Forth Collins, Colorado, 1967. p. 76-84.

CUNHA, L. V., 1968 — *Avaliação do caudal sólido em escoamentos unidireccionais.* Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Memória n.º 308, Lisboa, 1968.

DANEL, P. et al., 1953 — *Introduction à l'étude de la saltation.* La Houille Blanche, Grenoble, 1953, p. 815-829.

DU BOYS, 1879 — *Etude du Regime du Rhone et de l'action exercée par les eaux sur un lit à fond de graviers indefiniment affouillable.* Annales des Ponts et Chausées, Serie 5, Vol. 18, 1879, p. 141-195.

EGIAZAROFF, I., 1957 — *L'équation générale du transport des alluvions non cohesives par un courent fluide.* Proc. 7th Conf. IAHR, Lisboa, 1957, P. D43/1-D43/10.

EINSTEIN, H. A., 1937 — *Der Geschiebetrieb als Wahrscheinlichkeitsproblem.* Verlag Rascher and Co., Zurich. 1937.

EINSTEIN, H. A., 1950 — *The Bed-load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows.* U. S. Department of Agriculture, Washington, Techn. Bull. n.º 1026, Sept. 1950.

EINSTEIN, H. A.; BARBAROSSA, N. L., 1952 — *River Channel Roughness.* Trans. ASCE, Vol. 117, 1952, p. 1121-1146.

EINSTEIN, H. A.; CHIEN, N., 1952 — *Second Approximation to the Solution of the Suspended Load Theory.* Serie n.º 47, Issue n.º 2, Inst. of Engineering Research, Univ. of California, Berkley, Califórnia, 1952.

EINSTEIN, H. A.; CHIEN, N., 1955 — *Effect of Heavy Sediment Concentration Near the Bed on the Velocity and Sediment Distribution.* Missouri River Div., Corps of Engineers, Omaha, Nebraska, 1955.

ELATA, C.; IPPEN, A. T., 1961 — *The Dynamics of Open Channel Flow with Suspensions of Neutrally Buoyant Particles.* Hydro. Lab. Report n.º 45, Mass. Inst. of Techn. Jan. 1961.

ENGELUND, F., 1966 — *Hydraulic Resistance of Alluvial Streams.* Proc. ASCE, New York, 92 (HY2), March, 1966, p. 315-326.

FLOWER, L., 1953 — *Notes on the Turbulence Function k.* Missouri River Div. Corps of Engineers, Nov. 1953.

FRIJLINK, H. C., 1952 — *Discussion des formules de débit solide de Kalinske, d'Einstein et de Meyer-Peter et Müller, compte tenu des mesures récents de transport dans les rivières neerlandaises.* Deuxièmes Journées de l'Hydraulique, Grenoble, 1952, p. 98-103.

GARDE, R. J.; ALBERTSON, M. L., 1958 — *Discussion of LAURSEN*, E. M., 1958. Proc. ASCE, New York, 84 (HY6) Nov. 1958, p. 1856/59-1856/64.

GARDE, R. J.; ALBERTSON, M. L., 1959 — *Characteristics of Bed Forms and Regimes of Flow in Alluvial Channels.* Civil Engineering Dep., Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1959.

GARDE, R. J.; RAJU, K. G., 1963 — *Regime Criteria for Alluvial Streams.* Proc. ASCE, New York, 89 (HY6), Nov. 1963.

HAYAMI, S., 1941 — *Hydrological Studies on the Yang-Tse River.* China Journ. of Shanghai Science Inst., Vol. 1, n.º 1, 1941.

HINO, M., 1963 — *Turbulent Flow with Suspendend Particles.* Proc. ASCE, New York, 89 (HY4), Jul. 1963, p. 161-185.

HUNT, J. N., 1954 — *The Turbulent Transport of Suspended Sediment in Open Channels.* Proc. Royal Soc. of London, Serie A, Vol. 224, n.º 1158, 1954, p. 322-335.

KALINSKE, A. A., 1947 — *Movement of Sediment as Bed Load in Rivers.* Trans. AGU, 28 (4), Aug. 1947, p. 615-620.

KEULEGAN, G. H., 1938 — *Laws of Turbulent Flow in Open Channels* — U. S. Dept. of Commerce. National Bureau of Standards, Research Paper RP 1151. Journ Research 21, p. 701-741. Washington, 1938.

LACEY, G., 1929 — *State Channels in Allurium.* Proc Inst. of Civ. Eng. Vol. 229, London, 1929.

LACEY, G., 1958 — *Flow in Alluvial Channels with Sandy Mobile Beds.* Proc. Inst. of Civ. Eng., 9, Fev. 1958, p. 145-164.

LANE, E. W., 1953 — *Progress Report on Studies on Design of Stable Channels by the Bureau of Reclamation.* Proc ASCE, Separate n.º 280, 1953.

LANE, E. W.; KALINSKE, A. A., 1941 — *Engineering Calculations of Suspended Sediment.* Trans. AGU, 22, 1941, p. 603-607.

LANE, E. W. et al., 1949 — *Low Temperature Increase: Sediment Transportation in Colorado River.* Civil Engineering, Sep. 1949, p. 45-46.

LARRAS, J., 1967 — *Les écoulements rectilignes uniformes sur fonds de granulats en mouvement.* Annales des Ponts et Chaussées, Paris, 137 (2), Mars-Avril, 1967, p. 65-75.

LAURSEN, E. M., 1958 — *The Total Sediment Load of Streams.* Proc. of ASCE, New York, 84 (HY1), Feb. 1958, p. 1530/1-1530/36.

LENCASTRE, A. C., 1954 — *Alguns aspectos do transporte sólido em problemas hidráulicos.* Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Memória n.º 64, Lisboa, 1954.

LEOPOLD, L. B.; MADDOCK, T., 1953 — *The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications.* U. S. Geological Survey Prof. Paper 252, Washington, 1953.

LIU, H. K., 1957 — *Mechanics of Sediment Ripple Formation.* Proc. ASCE, New York, 83 (HY2), April, 1957, p. 1197/1-1197/23.

Mc DOUGALL, 1933 — *Bed Sediment Transportation in Open Channels.* Trans. AGU, 1933.

MEYER-PETER, E. et al., 1934 — *Neuere Versuchsresultate über den Geschiebetrieb.* Zurich, 1934.

MEYER-PETER, E.; MULLER, R., 1948 — *Formulas for Bed-Load Transport* Proc. 2nd Meeting of IAHR, Stockholm, 3, 1948, p. 39-64.

NAGY, I. V., 1963 — *The Theory of Suspended Sediment Transportation.* VIII Convegno di Idraulica, Pisa, 1963, B-3, p. 1-8.

NAGY, I. V.; KARADI, G., 1960 — *Resultats d'experiences recents sur le movement des sediments.* Hidrolegiai Kozlony, 3, 1960, p. 177-183 (Traduction n.º 745 du C. R. E. Chatou).

NOMICOS, G. N., 1956 — *Effect of Sediment Load on the Velocity Field and Friction Factor of Turbulent Flow in an Open Channel.* Ph. D. Thesis, California Institute of Technology, Passadena, California, 1956.

NORDIN, C. F.; ALBERT, J. H., 1966 — *Spectral Analysis of Sand Waves.* Proc. ASCE, 92, New York, (HY5), 1966, p. 95-114.

NORDIN, C. F.; RICHARDSON, E. V., 1967 — *The Use of Stochastic Models in Studies of Alluvial Channel Processes.* Proc. 12th Congress of IAHR, 2, Fort Collins, Colorado, 1967, p. 96-102.

O'BRIEN, M. P., 1933 — *Review of the Theory of Turbulent Flow and its Relation to Sediment Transportation.* Trans. AGU, 14, 1933, p. 487-491.

O'BRIEN, M. P.; RINDLAUB, A., 1934 — *The Transportation of Bed-Load by Streams.* Trans. AGU, Vol. 15, 1934, p. 593-603.

O'LOUGHLIN, E. M.; SQUARER, D., 1967 — *Areal Variations of Bed-Form Characteristics in Meandring Streams.* Proc. 12th Congress of IAHR, 2, Fort Collins, Colorado, 1967, p. 118-128.

PRANDTL, L., 1926. *Uber die ausgebildete turbulenz.* Proc. of 2nd Inst. Cong. on Applied Mechanics. Zurich, 1926, p. 62.

RAMETTE, M.; HEUZEL, M., 1962 — *Le Rhône à Lyon. Étude de l'entrainement des galets à l'aide de traceurs radioactifs.* La Houille Blanche (spécial A), Mai-Juin, 1962.

ROUSE, H., 1937 — *Modern Conceptions of the Mechanics of Fluid Turbulence.* Trans. ASCE, New York, 102, 1937, p. 463.

SAYRE, W. W.; CONOVER, W. J., 1967 — *General Two-dimensional Stochastic Model for the Transport and Dispersion of Bed-Material Sediment Particles.* 12th Congress of IAHR, Fort Collins, 2, Colorado, 1967, p. 88-95.

SCHOKLITSCH, 1914 — *Uber Schleppkraft and Geschiebebewegung.* 1914, p. 50.

SCHOKLITSCH, A., 1950 — *Handbuch des Wasserbaus.* 2. Aufl. Springer — Verlag. Vienne, 1950.

SCHROEDER, K. B.; HEMBREE, C. H., 1956 — *Application of the Modified Einstein Procedure for Computation of Total Sediment Load.* Trans. AGU, 37, 1956, p. 97-212.

SHEPPARD, J. R., 1961 — *Total Sediment Transport in the Lower Colorado River.* Proc. ASCE, New York, 87 (HY6), Nov. 1961, p. 139-153.

SHIELDS, A., 1936 — *Anwendung der Aehnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforshung anf die Geschiebebewegung.* Mitt. der Preuss. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Heft 26, Berlim, 1936.

SIMONS, D. B.; ALBERTSON, M. L., 1960 — *Uniform Water Conveyance Channels in Alluvial Material.* Proc. ASCE, New York, 86 (HY5), May 1960, p. 33-71.

STERNBERG, 1875 — *Zeitschrift für Bauwesen.* 1875.

STRAUB, L. G., 1935 — *House Document 238.* 7th Cong., 2 nd session., Washington, 1935, p. 1135.

STRAUB, L. G., 1955 — *Effect of Water Temperature on Suspended Sediment Load in an Alluvial River.* Proc. 6th General Meeting of IARH, The Hague, 1955, p. D25/1-D25/5.

STRICKLER, 1923 — *Beitrage zur Frage der Geschwindigkeitsformel.* Mitteilung n.° 16 des Eidg. Amtes für Wasserwirthschaft, 1923.

TANAKA, S.; SUGIMOTO, S., 1958 — *On the Distribution of Suspended Sediment in Experimental Flume Flow.* Memoirs of the Faculty of Engineering n.° 5, Kobe Univ., Kobe, Japan, 1958.

U. S. WATERWAYS EXPERIMENT STATION, 1935. *Studies of River Bed Materials and their Movement with Special Reference to the Lower Mississipi River.* Prof. Paper 17, 1935.

VANONI, V. A., 1946 — *Transportation of Suspended Sediment by Water.* Trans. ASCE, Vol. 111, 1946, p. 67-133.

VANONI, V. A.; BROOKS, N. H., 1957 — *Laboratory Studies of the Roughness and Suspended Load of Alluvial Streams.* Report n.° E-68, Sedimentation Laboratory, California Institute of Technology, Passadena, Califórnia, 1957.

VANONI, V. A. et al., 1961 — *Lecture Notes on Sediment Transportation and Channel Stability.* W. M. Keck Laboratory of Hydraulics and Water Resources. California Institute of Technology, Passadena, Califórnia, 1961.

VELIKANOV, M. A., 1946 — *Dynamics of Water courses.* Leningrad-Moscow, 1946.

VON KARMAN, T., 1947 — *Sand Ripples in the Desert,* Technion Year Book, 1947.

YALIN, M. S., 1963 — *An Expression for Bed-Load Transportation* Proc. ASCE, New York, 89 (HY3) May 1963, p. 221-250.

YALIN, M. S., 1964 — *Geometrical Properties of Sand Waves.* Proc. ASCE, New York, 90 (HY5), Sept. 1964, p. 105-119.

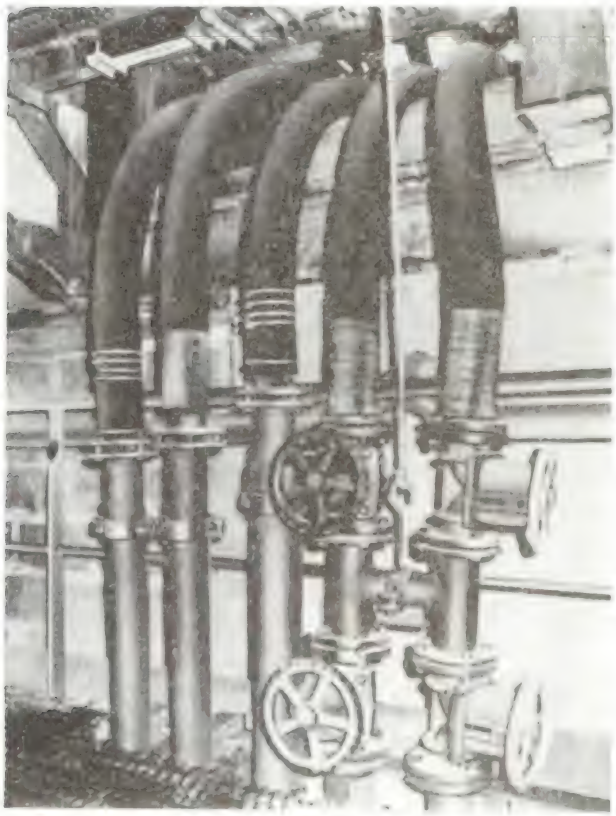
WHITE, C. M., 1940 — *Equilibrium of Grains on Bed of a Stream.* Proc. Royal Soc. of London, 1940.

WILSON, K. C., 1966 — *Bed-Load Transport at High Shear Stress.* Proc. ASCE, New York, 90 (HY6), Nov. 1966, p. 49-59.

DO MUNDO TÉCNICO

MANGUEIRA DE BORRACHA SINTÉTICA DA DUPONT, RESISTENTE A ÁCIDO QUENTE

O ácido sulfúrico quente apresenta grandes dificuldades de transporte pelo seu poder corrosivo, pelo que se utilizaram mangueiras de chumbo. Estas exigiam no entanto grandes despesas de conservação e assim aparecem as mangueiras de borracha sintética «Hypolon» com grande interesse industrial.



Estas mangueiras estão já a ser aplicadas na Companhia Usinos em Montataire — França, transportando 750 toneladas de ácido sulfúrico a 26 % e a 105 °C, por mês, registando-se óptimos resultados ao ataque do ácido sulfúrico.

Uma melhoria adicional neste capítulo, consistiu num acoplamento para a mangueira, na qual todas as partes metálicas anteriormente expostas estão agora revestidas de «Hypolon» proporcionando uma protecção máxima contra o ácido e a abrasão.

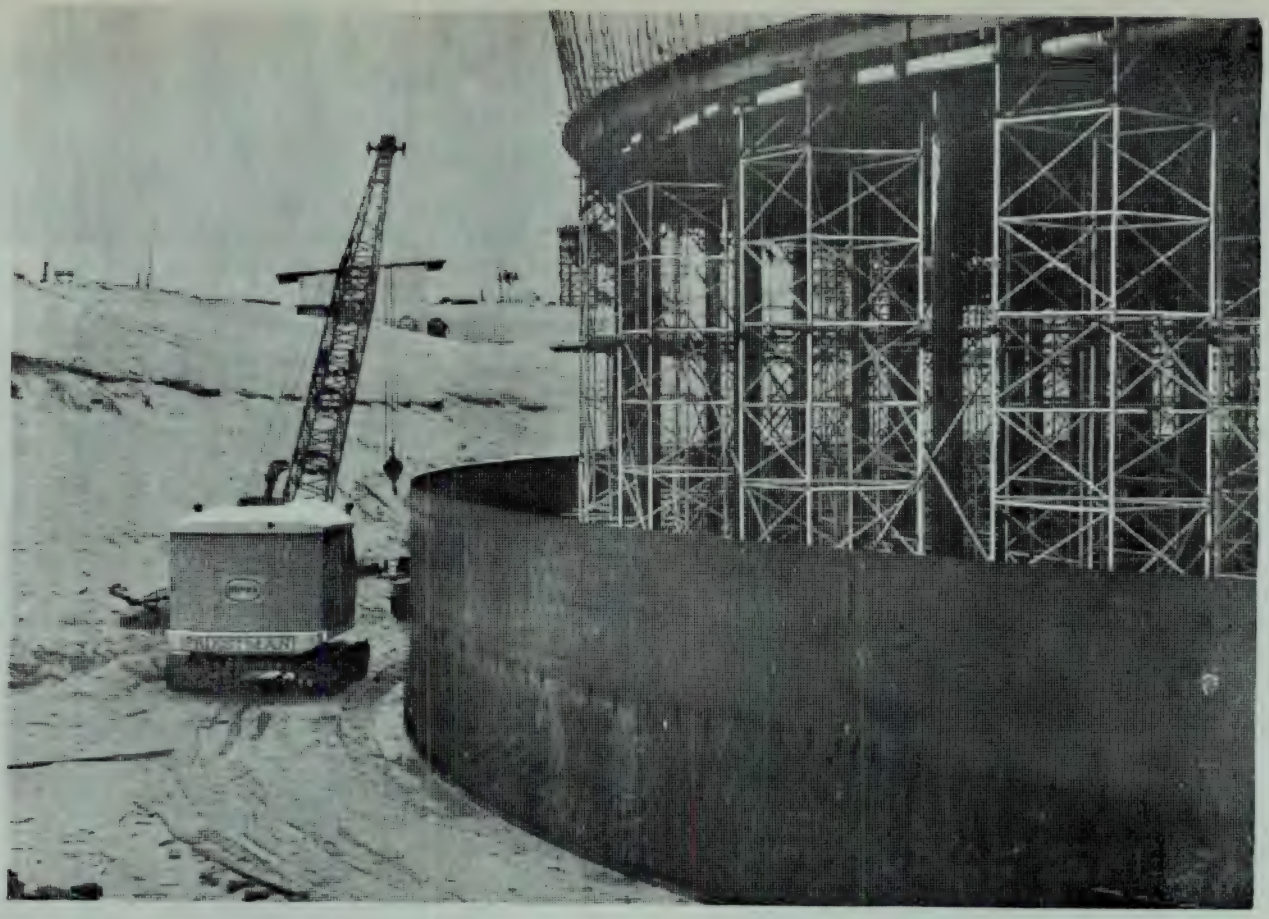
MÁQUINAS DE SOLDADURA ELÉCTRICA FABRICADAS EM PORTUGAL PELA FRAPIL SOB LICENÇA OERLIKON

Como apoio às indústrias nacionais base, nomeadamente as metalomecânicas e as de construção civil e naval, a Frapil-Construções e Montagens Eléctricas, SARL iniciou o lançamento de uma completa gama de aparelhagem de soldadura eléctrica por arco (ø máx. dos eléctrodos: 10 mm) de concepção avançada e alta qualificação, inteiramente fabricada em Portugal.

As primeiras máquinas lançadas são os transformadores de soldadura modelos TS 200 e TS 250, fontes energéticas especialmente estudadas para oferecer, simultâneamente, um rendimento elevado, uma robustez comprovada e excelentes características técnicas. As suas formas obedecem, aliás como todas as suas características, a normalização internacional. A regulação da corrente de soldadura é contínua. O dimensionamento das máquinas é tal que permite durações de utilização particularmente elevadas. O arrefecimento efectua-se por simples circulação natural de ar. Em todas as máquinas está incorporada uma bateria de condensadores destinada à correcção do factor de potência (35,5 KVA a 0,77 cos φ). Estas máquinas foram já consideradas produtos de fabricação nacional, por portaria da Secretaria de Estado da Indústria.

As máquinas produzidas pela Frapil, são controladas numa mesa de ensaios, devidamente estudada para o efeito e que é considerada como a mais completa da Península Ibérica, possuindo uma unidade analógica de simulação com possibilidade de variação dos parâmetros corrente de soldadura e tempo de utilização, e que já foi posta à disposição do Instituto Português de Soldadura.

A produção destas máquinas destina-se não só a todo o mercado económico português mas também, em cooperação com a Oerlikon, a vários mercados de exportação.



RESERVATÓRIOS DO PARQUE DE [illegible]
DA **NATO** NA TRAFARIA

- ALTERNADORES (de potência superior a 2000 kVA), COMPENSADORES SÍNCRONOS, MOTORES DE GRANDE POTÊNCIA (fabricação parcial).
- EQUIPAMENTOS PARA INDÚSTRIAS QUÍMICAS E PETROQUÍMICAS
  Tubagens, tremonhas, reactores, permutadores, cisternas, etc.
- EQUIPAMENTOS PARA INDÚSTRIAS PETROLÍFERAS
  Torres, balões, permutadores, filtros, aerorefrigerantes, tubagens, etc.
- EQUIPAMENTOS PARA INDÚSTRIAS CIMENTEIRAS
  Fornos, moinhos, separadores, arrefecedores, etc.
- RESERVATÓRIOS
  De tecto fixo e tecto flutuante, de alta e baixa pressão. Para gases liquefeitos. Gasómetros
- EQUIPAMENTOS DE MANUTENÇÃO E TRANSPORTE
  Elevadores de alcatruzes, elevadores de palhetas, transportadores de tela metálica e de borracha, contentores, etc.
- ESTRUTURAS METÁLICAS
  Pontes, cimbres, coberturas, pisos, edifícios industriais, etc.
- MONTAGENS PESADAS

SEPSA SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES ELECTRO-MECÂNICAS, S.A.R.L.
APARTADO 8 • LEÇA do BAILIO • TELEX SEPSA P 2616

HIDREL

TÉCNICA DE HIDRÁULICA
E DE ELECTRICIDADE, LDA.

Grupos moto e electro-bomba
Grupos electro-bomba submersíveis
Grupos de eixo vertical «JOHNSTON»
Contadores para líquidos «LANGE»
Aparelhagem de medida «METRIMPEX»
Motores Eléctricos
Hidro-injectores
Válvulas e torneiras
Manómetros e Vacuómetros «HAENNI»
Rega por aspersão

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

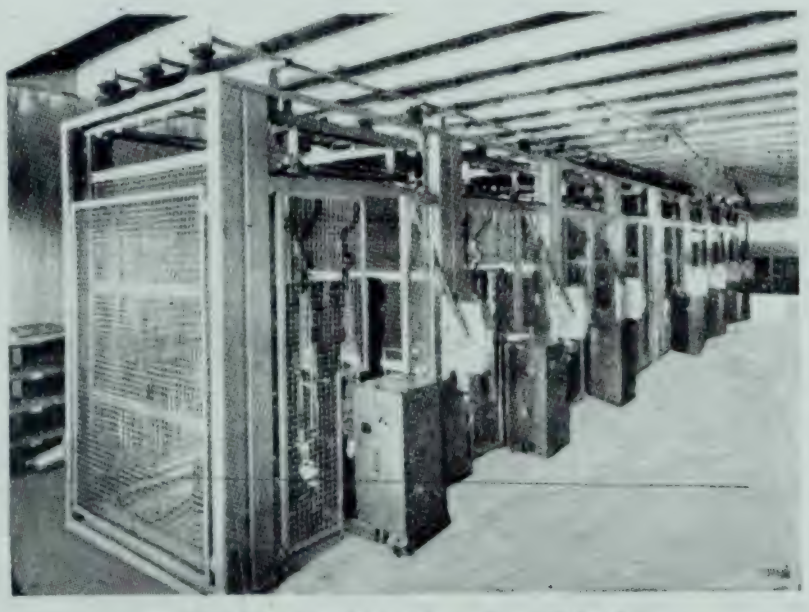
Rua do Alecrim, 47-A-B — Rua do Lumiar, 113
Telefs. 32 57 00 - 3 59 66 LISBOA Telef. 79 03 55

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651 - 4º
Tel. 2 70 13

Lisboa
L. Campo Pequeno, 21 - 4º Esq.
Tel. 760964



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais
Subestações
Postos de Transformação
Fábricas
Edifícios públicos
Blocos residenciais

C. D. U. 338.984

PLANIFICAÇÃO DE OBRAS

por J. S. BRAZÃO FARINHA
Eng.º civil (I. S. T.)

(Continuação)

Se não for, o projecto deverá ser correspondentemente pormenorizado para evitar quaisquer ambiguidades.

O Caderno de Encargos é um complemento essencial das peças desenhadas, pois é nele que se precisa a descrição do projecto a executar, através de informações que, pela sua extensão, não seria possível incluir nos desenhos. O Caderno de Encargos deverá indicar, também, o modo como devem ser executadas as obras e o modo como foram efectuadas as medições. Deverá conter as indicações a considerar na programação, como prazos de execução, formas de pagamento, disposições de estaleiro, etc.

5.2 — Rendimento do trabalho da mão-de-obra e das máquinas

Cada actividade em que o projecto se decompõe é, de acordo com o mapa de medições, expressa em unidades, seja metro linear, metro quadrado, metro cúbico, quilograma, etc. À realização de cada uma destas unidades corresponde a mobilização de um conjunto de recursos, isto é, a necessidade de aplicação de um certo número de horas de trabalho de cada um dos profissionais intervenientes e, ou, um certo número de horas de máquinas. Corresponde-lhe também uma certa quantidade de materiais, havendo, ainda, necessidade de distribuir as ferramentas necessárias ao pessoal, poder dispor de suficientes andaimes, cofragens, etc., conforme já foi referido.

O conhecimento de todas estas quantidades de aplicação, à execução da unidade da actividade (que costuma registar-se em fichas, para mais fácil consulta e utilização), é vulgarmente designado entre nós por «preço composto» (*). Além de servir para o cálculo das cargas e para a preparação do trabalho, constitui, igualmente, a base do cálculo dos preços de custo unitários das diversas actividades em que se decompõe o projecto. Pela descrição feita conclui-se que constitui, portanto, um elemento indispensável de todo o estudo e planificação da execução.

É evidente que um preço composto implica com um método de trabalho, que há que conhecer pormenorizadamente, bem como com os rendimentos que é possível obter, dentro dessa maneira de operar.

Vamos, em seguida, apresentar alguns exemplos, mas notemos que uma descriminação do tipo indicado, que traduz a execução da actividade unitária, inclui todos os materiais sem considerar as quebras, que serão avaliadas no final, ao determinar-se a quantidade total de materiais de cada tipo a utilizar. No que diz respeito a mão-de-obra, só inclui as cargas directas. Portanto, não considera os tempos indirectos, por exemplo, os tempos que correspondem à retirada dos materiais de cima dos camiões ou outros veículos que os transportam e ainda as baldeações e os transportes até ao armazenamento e arrumação, seja, por exemplo no caso de tijolos, a sua disposição nas pilhas de depósito, ou ao seu posterior transporte até ao local de aplicação. Não inclui, também, por exemplo, os tempos de montagem e de desmontagem de andaimes, etc., o que terá que ser considerado por outras vias.

Exemplo 1 — Escavação manual de terras compactas em valas.

A escavação manual de 1 m^3 de terra compacta em valas com menos de 1 m de largura, sem entivação, num terreno sem água que embarace o trabalho, pode ser efectuado por um trabalhador em 2,2 horas, equipado com uma picareta. Se se considerar, além da escavação das terras, a baldeação destas para fora da vala, teremos que contar, por cada metro cúbico de terra escavada, com 2,9 h de trabalhador, equipado com pá e com picareta.

(*) Não cabe, naturalmente, aqui, uma referência significativa àcerca da maneira de obter estes dados. Procuraremos apresentar a questão, numa terceira série de artigos, a publicar no enunciado seguimento desta.

Exemplo 2 — Execução do tosco de 1 m^2 de parede de tijolo, de dimensões 22 × 11 × 7, a uma vez, (0,22 m de espessura) até 2,0 m de altura.

Neste caso teremos o seguinte preço composto: 3,0 h de pedreiro; 3,0 h de trabalhador; 104 tijolos; 23 litros de água; 0.044 m^3 de argamassa de cimento, ao traço 1 : 6.

Por sua vez, a execução de argamassa é representada por um outro preço composto, que depende do processo utilizado. A execução manual de 1 m^3 de argamassa ao traço 1 : 6 exige 230 kg de cimento, 1,140 m^3 de areia; 250 l de água e 4,0 h de trabalhador.

Portanto, a construção de 1 m^2 de parede de tijolo a 1 vez é expressa, no final, pelo seguinte preço composto: 3,0 h de pedreiro, 3,18 h de trabalhador, 104 tijolos, 10,12 kg de cimento, 50,2 l de areia, 11,0 l de água, no caso de trabalho totalmente manual, com utilização das ferramentas tradicionais.

Exemplo 3 — Assentamento de um lavatório de parede com 0,56 × 0,41 de tipo comercial normalizado.

O preço composto, no respeitante a mão-de-obra, é expresso por 4,25 h de canalizador e 4,25 h de ajudante de canalizador, e, no que se refere a materiais, do modo seguinte: 1 lavatório, 2 poleias de ferro, 1 válvula com corrente e pitão cromado, 1 bocal macho, de $^1/_2$", de latão, 1 sifão de garrafa cromado, 2 torneiras de coluna de $^1/_2$", cromadas, tipo «HEI», 0,05 kg de massa de vidraceiro, 0,02 kg de alvaiade em massa e 0,01 kg de linho.

Exemplo 4 — Assentamento e acabamento de um vão de porta de tipo comercial normalizado VP 2 (*), com 2,05 × 0,75, revestido a tola em ambas as faces, com o guarnecimento do vão GP 3 (*), normalizado, de pinho, pintado (1,00 m^2) e o vão da porta envernizado (3,10 m^2).

A mão-de-obra envolvida exprime-se por 3,5 h de carpinteiro, 0,5 h de servente, 7,5 h de pintor e 0,5 h de ajudante de pintor. Os materiais serão os seguintes: 1 vão de porta VP 2, 1 guarnecimento de vão GP 3, 3 fichas de fiel de 3 $^1/_2$" niqueladas, mate, do tipo «ZAMAC», 1 fechadura de armilhar com testa niquelada, mate, do tipo «JVAL», 716 × 60; 1 puchador duplo em alumínio anodizado, natural, do tipo «ZAMAC» 220/15, 2 entradas de chave em alumínio anodizado natural, do tipo «ZAMAC»-53; 18 parafusos de latão com cabeça chata 7/8" × 8 para fichas, 2 parafusos de latão com cabeça chata 3/4" × 6 para fechadura, 8 parafusos niquelados com cabeça de lentilha $^1/_2$" × 5 para puchador, e entradas de chave, 0,2 kg de pregos, 22 tacos de cunha.

Tudo o que atrás se indica refere-se à porta pròpriamente dita e, pelo que diz respeito à pintura do guarnecimento do vão (4,85 × 0,20 = = 1,00 m^2) e ao envernizamento da porta (3,10 m^2) será 0,45 kg de massa de barrar, 0,015 l de diluente, 0,7 folhas de lixa de água, 1 folha de lixa, 0,3 l de tapa-poros, 0,6 l de verniz celuloso para aplicação em duas demãos, 0,08 l de tinta de aparelho; 0,06 l de tinta sub-capa, 0,13 l de tinta de esmalte para aplicação em 2 demãos.

Exemplo 5 — Volume escavado V por uma escavadora frontal de lâmina (bulldozer), ou produção da máquina em m^3/h.

$$V = \frac{60 \text{ minutos} \times \text{volume deslocado} \times E \times R}{\text{duração de um ciclo (minutos)}}$$

A «duração de um ciclo» de trabalho compreende a tomada de posição para a carga, a mudança de velocidade, a aceleração, escavação e avanço em carga, até atingir a velocidade normal, a redução e mudança de velocidade, abandono das terras, mudança de velocidade, aceleração e regresso em vasio, redução de velocidade e, finalmente, tomada de posição para nova carga. Pode desdobrar-se em duas parcelas, uma fixa, independente da distância de transporte, e a outra variável, dependente da distância.

Cada conjunto de manobras para redução e aceleração de velocidade, na carga, e do conjunto de manobras para mudança de velocidade, na descarga, estima-se que, em média, corresponde a uma perda de tempo de 0,15 min., nas escavadoras de lâmina montadas sobre lagartas. Nos tipos mais correntes, a velocidade em carga anda

(*) As referências a tipos comerciais normalizados são fictícias. Entre nós não existe uma normalização deste tipo, de âmbito nacional. Pelo contrário, muitos projectistas preferem criar novos modelos de cada vez que projectam um novo edifício, sem ter em conta o real interesse de acrescentar mais um modelo às muitas centenas já existentes.

por 2,3 km/h = 38 m min. e no mesmo regresso em vasio, 4 km/h = 65 m/min.

O «volume deslocado» por ciclo de trabalho (terreno empolado), isto é, a capacidade da lâmina, em m^3, varia entre 0,8 e 8 m^3 e anda à volta de 0,025 m^3/CV. Pode ser estimado a partir das dimensões da lâmina da escavadora, admitindo que as terras a encham em toda a altura e largura, e que o talude natural do terreno solto, e nas condições em que se encontra ao ser escavado, é de 1,5:1 (no caso da areia multiplicar este valor por 0,7). Isto também no caso do terrapleno ser horizontal, devendo aumentar-se o seu valor de 20 a 40% se a inclinação do terreno, em sentido favorável, for, respectivamente de 10 a 20%.

O «factor de eficiência» E tem em conta a circunstância de não se poder trabalhar durante 60 minutos efectivos por hora. Isso depende das condições do estaleiro, podendo tomar-se

E = 0,90 nos melhores casos (54 min/hora efectivos)
= 0,83 na maioria dos casos (50 min/hora efectivos)
= 0,76 nos estaleiros com dificuldades de execução (46 min/hora efectivos).

O «tipo de terreno» a escavar é representado pelo factor R, pois a mesma máquina obtém rendimentos desiguais em diferentes terrenos.

Assim teremos

R = 0,9 para escavação de areia
0,8 » » » terra arável
0,7 » » » argila húmida
0,5 » » » rocha fracturada em blocos.

Para concretização, num caso de escavação, em terreno plano, de argila natural húmida, com uma distância de transporte de 30 m, a escavação com um bulldozer D6 (potência 65 CV, dimensões da lâmina 2,90 m de largura, 1,90 m de altura) poderá estimar-se como segue:

— volume deslocado num ciclo de trabalho

$$\frac{1,5 \times 0,9}{2} \times 0,9 \times 2,9 = 1,76 \text{ m}^3$$

— duração de um ciclo

acelarações e mud. de veloc. $2 \times 0,15 = 0,30$ min.

tempo na viag. de ida (carregada) $\frac{30}{38} = 0,80$

» » » » regres. (vazio) $\frac{30}{65} = 0,45$

$1,55$

Rendimento de escavação (terreno empolado)

$$V = \frac{60}{1,55} \times 1,76 \times 0,83 \times 0,8 = 45,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

ou seja, de terreno «in situ», aproximadamente

$$\frac{45,3}{1,25} = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para planificar completamente o trabalho duma máquina devemos saber qual o consumo de combustível, óleo de lubrificação, mão-de-obra exigida para a sua condução, etc.

Na falta de elementos directos de observação poderemos estimar tais consumos de acordo com o formulário seguinte:

— Consumo de gasoil (motores Diesel)
$q_1 = 0,260$ fP litros/hora
— Consumo de gasolina (motores de explosão)
$q_2 = 0,425$ fP litros/hora
— Consumo de óleo de lubrificação
$q_3 = 0,003$ P litros/hora

em que

P = potência dos motores em CV
f = 0,55 — 0,85 dependente do estado do motor, em média f = 0,70.

No caso de motores Diesel até P = 10 CV e plena carga, $q_1 = 0,25$ l/h, por cada CV, e para P = 15 — 50 CV o consumo a plena carga é de 0,20 l/h por cada CV. Para 3/4 da carga deverão aumentar-se de 5% os consumos indicados e para 1/2 carga deverão aumentar-se de 20%.

No caso de motores de explosão até P = 10 CV o consumo a plena carga é de 0, 35 l/CV e para P = 15 — 50 CV, da ordem dos 0,30 l/CV. Para 3/4 a 1/2 carga, aumentar os consumos indicados, respectivamente, de 10 a 35%.

5.3 — Determinação das cargas (mão-de-obra)

Vamos, em seguida, exemplificar como se pode proceder para efeito do cálculo do tempo neces-

sário à execução de uma actividade, a partir da carga que esta representa, com base num preço composto, considerando apenas a hipótese de uma aplicação de mão-de-obra, para não alongar excessivamente. Em seguida vamos ràpidamente referir como se pode elaborar um orçamento.

Consideremos um caso muito simples, a realização de uma obra constituída por escavação de caboucos para fundações, enchimento destes e levantamento de paredes de alvenaria de tijolo.

Suponhamos que se trata da abertura dos caboucos em terra dura, no volume de 120 m^3, que serão escavados por processo manual, por operários equipados com picaretas. A terra escavada será padejada manualmente, para fora dos caboucos, e em seguida carregada e transportada em carros de mão até ao local do aterro, à distância de 40 m. Depois, enchimento de caboucos com betão pronto, que é descarregado por um camião, ficando à disposição da obra em pontos que distam, em média, 20 m do local da sua aplicação, sendo transportado por trabalhadores utilizando padiolas. Volume total do betão a aplicar, 150 m^3.

Finalmente, construção de paredes de tijolo a 1 vez total (2.500 m^2) e a 1/2 vez (total 6.700 m^2) até à altura de 3,0 m, supondo que os tijolos são fornecidos à obra já descarregados e empilhados junto do local. Esta construção exige a montagem de 95 m de andaimes constituindo uma estrutura provisória aligeirada, de madeira, a que igualmente se considera descarregada junto da obra, para simplificar o problema posto.

Teremos portanto, no que se refere apenas à mão-de-obra, que considerar os respectivos rendimentos do trabalho, nas condições em que se verifica a respectiva execução. Suponhamos que são os seguintes:

a) Escavação à picareta, em valas com menos de 1,0 m de largura, até 1,20 m de profundidade e padejamento de 1 m^3 de terra dura: 2,9 h de trabalhador.

b) Transporte de 1 m^3 de terras em carro de mão à distância média de 40 m, em terreno plano, incluindo carga e descarga: 1,4 h de trabalhador.

c) Transporte de 1 m^3 de betão em padiolas à distância média de 20 m, em terreno plano, incluindo carga das padiolas e descarga do material no local de aplicação: 1,4 h de trabalhador.

d) Apiloamento de 1 m^3 de betão em fundações: 1,8 h de trabalhador.

e) Execução de 1 m^2 de alvenaria de tijolo a 1 vez com a altura média de 1,50 m: 3,184 h de trabalhador; 3,0 h de pedreiro.

f) Execução de 1 m^2 de alvenaria de tijolo a 1/2 vez, com a altura média de 1,50 m: 1,072 h e trabalhador; 1,5 h de pedreiro.

g) Montagem de desmontagem de 1 metro linear de andaime, com a altura até 2,0 m, para a execução de paredes de tijolo: 2,5 h de trabalhador; 2,5 h de carpinteiro.

Para a execução deste trabalho, considerado como independente, após a realização dos diversos trabalhos preliminares incluindo instalações do estaleiro, implantações da obra, encomenda, transportes descarga e arrumação de materiais, fabrico de betão, distribuição de ferramentas, etc. (que neste exemplo não são consideradas, porque apenas pretendemos apresentar um exemplo simples de aplicação), teremos que considerar a utilização das cargas expressas na tabela 14.

Conhecendo as cargas Q podemos jogar com a capacidade C e o tempo de execução uma vez que será $Q = Ct$; Q exprime-se em operário × dia, C em operário, t em dias úteis.

Suponhamos, em 1.º lugar, que o trabalho em referência terá que ser executado em 10 semanas. Podemos começar simultâneamente com as actividades 1 e 2, o que corresponde a

$$Q_1 = \frac{348 + 137}{8} = 60{,}6 \text{ trab.} \times \text{dia}$$

Admitindo 10 trabalhadores (capacidade $C_1 = 10$ trabalhadores) será $t_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{60{,}6}{10} = 6$ dias úteis (1 semana).

Com a mesma capacidade $C_2 = 10$ trabalhadores podemos executar as actividades 3 e 4, a que corresponde a carga

$$Q_2 = \frac{210 + 270}{8} = 60 \text{ trab.} \times \text{dia}$$

em $t_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{60}{10} = 6$ dias úteis (1 semana).

TABELA 14

Cálculo das cargas correspondentes à execução de uma construção

Actividades	Tempos por unidade de actividade elementar			Quantidades a executar	Cargas (horas)		
	Trabalhador	Pedreiro	Carpinteiro		Trab.	Ped.	Carp
1 Escavação de caboucos e padejamento das terras.	2,90	—	—	120	348	—	—
2 Transporte de terras em carro de mão . .	1,14	—	—	120	137	—	—
3 Transporte de betão em padiolas	1,40	—	—	150	210	—	—
4 Apiloamento do betão	1,8	—	—	150	270	—	—
5 Montagem de andaimes	1,25	—	1,25	95	119	—	119
6 Alvenaria de tijolo a 1 vez	3,184	3,0	—	2.500	7.960	7.500	—
7 Alvenaria de tijolo a 1/2 vez	1,072	1,50	—	6.700	7.182	10.050	—
8 Desmontagem de andaimes	1,25	—		95	119	—	119
Totais . . .				horas	16.345	17.550	238
				dias úteis	2.043	2.194	30

Ao iniciar as actividades restantes teremos, no que se refere a trabalhadores, para carga,

$$Q_5 = \frac{15.380}{8} = 1922{,}5 \text{ trab.} \times \text{dia}$$

Para não exceder o prazo disponível (8 semanas ou seja $8 \times 6 = 48$ dias úteis) teremos necessidade de

$$C'_5 = \frac{Q'_5}{t'_5} = \frac{1922{,}5}{48} = 40 \text{ trabalhadores}$$

Isso exige, por outro lado, no que se refere a pedreiros (carga $Q''_5 = 17.550$ pedr. hora $= 2.194$ pedr. $\times$ dia útil, tempo $t''_5 = t'_5 = 8 \times 6 = 48$ dias úteis).

$$C''_5 = \frac{Q''_5}{t''_5} = \frac{2.194}{48} = 46 \text{ pedreiros}$$

Finalmente, conclui-se que teremos necessidade de 2 carpinteiros, trabalhando quinze dias, quando se realizarem as actividades 5 e 8, metade do tempo em cada uma delas, supondo que a montagem dos andaimes não é realizada pelos próprios pedreiros que se ocupam da execução das alvenarias.

No respeitante a materiais de construção teremos que considerar o consumo do seguinte:

a) *tijolo*

Alvenaria a 1 vez, $2500 \times 104 = 260\,000$ tijolos
Alvenaria a 1/2 vez, $6700 \times 58 = 388\,660$
10 % para quebras $= 64\,800$
$713\,460$ tijolos

$22 \times 11 \times 7$

b) *Argamassa de cimento ao traço 1 : 6*

Alvenaria a 1 vez, $2\,500 \times 0{,}044\ m^3 = 110\ m^3$
Alvenaria a 1/2 vez, $6\,700 \times 0{,}018 = 120{,}6\ m^3$
$230{,}6\ m^3$

ou seja: *cimento* $\frac{230 \times 230{,}6}{50} = 1060$ sacos

5 % para perdas 53

1113 sacos

de cimento

areia 1,140 × 230,6	262,8 m³
10 % para perdas	26,2
	289,0 m³ de areia

5.4 — Determinação do custo

A determinação do preço de custo efectua-se em duas parcelas, o custo directo e o custo indirecto. O custo directo inclui a mão-de-obra, os materiais e as máquinas que podem atribuir-se, sem qualquer dúvida, a uma determinada actividade. O custo indirecto inclui os encargos gerais de estaleiro, os encargos gerais de sede, e os gastos financeiros e especiais.

Nesta rubrica de gastos gerais incluem-se todas as despesas que não podem, no caso dos gastos de estaleiro, imputar-se, sem ambiguidade, a uma actividade específica da obra e, no caso dos gastos de sede, a um determinado estaleiro, dentre os que, na época considerada, estão em actividade.

Assim, por exemplo, no que se refere a máquinas, a despesa de um bulldozer será um custo directo da actividade movimento de terras. Uma grua ou um dumper de um estaleiro de construção civil, que, indiferentemente, apoiam a escavação, as betonagens ou as alvenarias de tijolo, por exemplo, serão incluídos nos encargos gerais de estaleiro.

5.4.1 — Custo Base C_b

O custo base é a soma dos custos directos, isto é, da mão-de-obra, dos materiais e das máquinas, no caso dos grandes estaleiros de obras públicas. Nos estaleiros de construção civil consideram-se, em regra, as máquinas na rubrica gastos gerais de estaleiro, e portanto neste último caso os custos directos só incluirão os materiais e a mão-de obra, representando esta, em média, cerca de 35 % e os materiais 65 % do custo base.

a) *Mão-de-obra directa* — Será avaliado o seu custo, mediante a aplicação, às cargas correspondentes à execução do projecto, dos valores unitários dos salários-hora afectados dos encargos sociais, e outros, a cargo do empresário, e que, entre nós, no seu valor global, poderão ser avaliados na percentagem de 40 % do salário real, como segue:

Caixa de Previdência	15,00 %
Fundo de Desemprego	1,00
Seguro	7,50
Férias no caso de pessoal com 3 anos de serviço da Empresa	2,32
Feriados, idem	2,32
Aviso prévio e compensação por despedimento, idem	2,03
Ferramentas	5,00
Pensão de sobrevivência	2,00
Serviços Médicos do Trabalho . . .	2,50
Arredondamento	0,33
	40,00 %

b) *Materiais* — O seu custo será avaliado pela aplicação, dos respectivos preços unitários às quantidades correspondentes, de acordo com o mapa de medições acrescidas das quebras no estaleiro. Os preços unitários serão avaliados tendo em conta as quebras de transporte, os descontos, o valor das embalagens a devolver, etc., bem como as taxas (imposto de consumo). Considerarão ainda os gastos com os meios de transporte, desde a fábrica ou armazém do fornecedor até ao estaleiro, quanto este transporte não esteja já incluído no preço dos materiais, e incluirão igualmente os gastos de mão-de-obra que se aplicará em cargas, descargas, arrumações e transportes dentro do estaleiro, até o local de aplicação.

c) *Máquinas* — O seu custo englobará três parcelas, o custo de posse, o custo de manutenção e o custo de operação.

O custo de posse incluirá a amortização, os juros e as taxas (seguro, etc.).

A amortização terá em conta a diminuição do valor da máquina por virtude do trabalho realizado (de que resulta perda de rendimento), e pelo envelhecimento técnico devido ao tempo que passa, e isto independentemente da máquina trabalhar ou não. Será calculado a partir do preço de custo e do preço residual (para efeitos de encontro de contas, ao adquirir uma máquina nova) e da vida útil da máquina, expressa em horas de trabalho.

O custo de manutenção terá em conta as despesas de revisão mecânica, no que se inclui as peças de substituição. No 1.° ano poderá ser avaliado em percentagem do preço de custo e nos anos seguintes poderá também ter em conta as despesas reais.

O custo de operação considerará o transporte e a instalação da máquina no estaleiro, e a mão-de-obra para condução, o combustível, óleo de lubrificação, etc.

5.4.2. — Preço de custo

Ao custo-base haverá que somar os gastos gerais do estaleiro G_e para se obter o custo seco da obra, C_s.

$$C_s = C_b + G_e$$

Nos gastos gerais do estaleiro, G_e deverão incluir-se as despesas com as instalações (vedações, arranjo do terreno, arruamentos provisórios, ramais de água e esgotos, barracas para escritório, refeitório, dormitório, posto médico, etc.) e a respectiva limpeza, iluminação e manutenção; os salários de pessoal não directamente produtivo, isto é, o chefe do estaleiro, encarregados, topógrafos e outro pessoal técnico, e administrativo, guardas e ferramenteiros; despesas do escritório do estaleiro como aquecimento, correio, chamadas telefónicas; seguro da obra; ensaios de materiais e de partes da construção (fundações, por exemplo); vestuário (botas, capacetes, impermeáveis) para o pessoal, etc.

Os gastos gerais do estaleiro deverão incluir portanto um conjunto de encargos por vezes difíceis de avaliar individualmente e que, por isso, em regra se estimam em globo exprimindo-os em percentagem do custo-base. Embora o seu valor dependa muito da natureza dos trabalhos e do grau de mecanização do estaleiro pode estimar-se em

$$G_e = 5 \text{ a } 15\,\% \text{ de } C_b$$

Para obter o preço de custo haverá que somar ao custo-seco, os encargos gerais da sede, além dos gastos financeiros G_f e dos gastos especiais G_d

$$P_c = C_s + (G_s + G_f + G_d) = (C_b + G_e) + (G_s + G_f + G_d)$$

Os gastos gerais da sede G_s incluem normalmente despesas do mesmo tipo das anteriormente referidas para o estaleiro, mas que são efectuadas pela sede ou escritório central, como sejam, o aluguer das instalações; amortização do custo de edifícios destinados a parques e armazéns gerais; gastos em estudos de propostas, pessoal dirigente, técnico e administrativo da sede, etc., as quais, no seu conjunto, constituem despesas necessárias à vida da Organização e que não podem, individualmente, imputar-se a nenhum dos estaleiros. São avaliados por rateio, isto é, atribuindo uma parte dos gastos G_s a cada um dos estaleiros, de acordo com um determinado critério, por exemplo, na proporção do tempo da respectiva duração, ou tendo em conta o custo das respectivas obras.

É, naturalmente, difícil, apresentar índices universalmente válidos, que cubram todos os casos, no entanto, podemos indicar, como ordem de grandeza, que

$$G_s = 5 \text{ a } 15\,\% \text{ de } C_s$$

Este valor de G_s dependerá, por exemplo, da profundidade dos estudos que normalmente se efectuam, e poderão avaliar-se como segue:

Trab. de estradas e de cam. de ferro	1 % de C_s
Pontes	2 % de C_s
Betão armado	3 % de C_s
Construção metálica	4 % de C_s

Os gastos financeiros G_f incluirão os juros do capital imobilizado e os impostos, que poderão avaliar-se em cerca de

$$G_f = (2{,}5 \text{ a } 3{,}5)\,\% \text{ de } C_s$$

Os gastos especiais G_d incluirão, por exemplo, as despesas de adjudicação, comissões, luvas, consultas, etc.

Podemos estimar em globo, que

$$(G_s + G_f + G_d) = (8 \text{ a } 20\,\%) \text{ de } C_s$$

Finalmente, o preço de venda P_v obter-se-á somando o lucro esperado L ao valor do preço de custo P_c.

$$P_v = P_c + L$$

sendo contado para valor de L

$$L = (6 \text{ a } 12)\,\% \text{ de } P_c$$

Pode também indicar-se, como ordem de grandeza relativa dos diversos custos, de uma obra de

construção civil, a seguinte distribuição do preço de custo (sem lucro):

Materiais	50,5 %
Mão-de-obra directa	28,0
Máquinas e ferramentas	3,0
Encargos gerais do estaleiro	8,5
Encargos gerais de sede	10,0
	100,0 %

6 — PLANEAMENTO DO APROVISIONAMENTO E DA UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO

De modo semelhante ao que anteriormente referimos quanto à determinação da mão-de-obra necessária à execução de um projecto, poderemos estabelecer também a previsão do consumo de materiais de construção, de matérias (combustíveis, água, etc.), de energia eléctrica, ou do equipamento necessário como certos elementos de moldes, por exemplo. Depende, naturalmente, do tipo de obra, a necessidade do estabelecimento pormenorizado destes tipos de planeamento.

Para o fazer, parte-se do gráfico de barras, do planeamento do tempo, e estabelece-se a correspondência com as quantidades de materiais, de matérias, ou de equipamento no período de tempo que interessa tomar para referência. Vamos, em seguida, apresentar três exemplos simples para mostrar o procedimento a adoptar.

Exemplo 1.º — Estabelecer a previsão dos materiais necessários, cimento, areia, brita e tijolos (de dimensões $30 \times 20 \times 11$ e $30 \times 22 \times 20$), para a execução de um projecto que inclui terraplenagens, betão e alvenaria de tijolo em tosco (sem reboco), de acordo com o gráfico de planeamento dos tempos apresentada na fig. 30. Nessa figura indicam-se as quantidades de betão e de alvenaria a executar em cada período de tempo (por semana).

Consideremos, separadamente, cada um dos materiais a empregar.

a) *Betão em fundações*, 30 m³/dia, ao traço, em volume 1 : 3 : 6 (200 kg de cimento por m³) utilizando brita de dimensão máxima 70 mm.

Cimento $30 \times 200 = 6\,000$ kg/dia
5 % para perdas = 300
6300

correspondente a $\frac{6300}{50} = 126$ sacos/dia, ou seja $126 \times 6 = 756$ sacos/semana.

Areia 540 l/m³ de betão ou seja, para 30 m³/dia

$30 \times 0{,}540 = 16{,}2$ m³/dia
10 % para perdas = 1,6
17,8
ou $17{,}8 \times 6 = 107$ m³/semana

Brita 1100 l/m³ de betão, classificado nas seguintes dimensões: 5 — 15 mm (sarrisca), 25 %; 15 — 30 mm (murraça), 30 %; 30 — 75 mm (cascalho), 45 %.

Para 30 m³/dia

$30 \times 1{,}100 = 33{,}0$ m³/dia
5 % para perdas = 1,7
34,7

assim distribuída:

sarrisca $6 \times 0{,}25 \times 34{,}7 = 52$ m³/semana
murraça $6 \times 0{,}30 \times 34{,}7 = 93$
cascalho $6 \times 0{,}45 \times 34{,}7 = 64$

Estes valores entram, isoladamente, nas semanas em que só há betão em fundações a executar e em que estes materiais são consumidos.

b) *Betão armado*, produção variável, de modo que vamos calcular por metro cúbico. Supomos que se trata de betão ao traço 1 ; 2 : 3 em volume (300 kg de cimento por m³) utilizando brita de dimensão máxima 30 mm.

Cimento 300 kg/m³
5 % para perdas 15
315

correspondendo, à produção de 15 m³/dia

$$6 \times 15 \times \frac{315}{50} = 467 \text{ sacos/semana}$$

à produção de 25 m³/dia

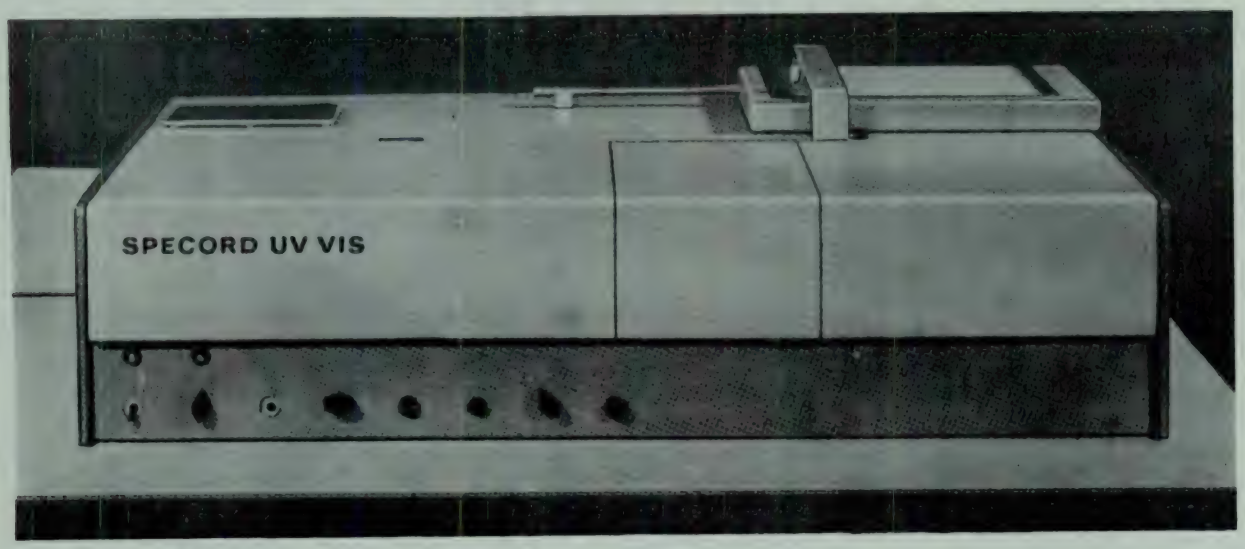
$$6 \times 25 \times \frac{315}{50} = 945 \text{ sacos/semana}$$

(Continua)

SPECORD UV VIS

Espectrofotómetro automático registador de duplo feixe para a zona dos ultravioletas e visível, de VEB CARL ZEISS DE JENA.

Meio indispensável para os químicos, biólogos e médicos, nas medições de extinção e transmitância de amostras sólidas, fluidas e vaporosas.



Automatismo

Uma análise requere 3 manipulações:
INTRODUZIR A AMOSTRA—COLOCAR O PAPEL DE REGISTO—PREMIR O BOTÃO DE FUNCIONAMENTO.

Diversidade de Utilização

GAMA DOS 54.000 a 12.500 cm^{-1} ($\simeq$ 185 nm a 800 nm)
4 velocidades de registo 2.2 a 22 minutos por folha
4 escalas de comprimento de onda
2 representações de ordenadas para medidas lineares da extinção e transmitância em 4 escalas diferentes.

Precisão

Reproducibilidade do comprimento de onda $\pm$ 20 cm^{-1}
Largura de banda espectral a 17.000 cm^{-1} ($\simeq$ 585 nm) $<$ 30 cm^{-1} ($<$ 1 nm)
Iluminações estranhas a 50.000 cm^{-1} $<$ 1%

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

CENTRO TÉCNICO HOSPITALAR S.A.R.L.
DIVISÃO ZEISS: TELEF. 778166/7
AV. DA REPÚBLICA, 84 LISBOA 1

Já pensou...

... que o seu anúncio
é muito mais eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos.

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais • Lisboa 1 • Telef. 77 54 49

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 389

Ano XLIV — Junho 1969

Júlio Quintino — C. D. U. 553.065

Sistemas hidrotermais associados ao vulcanismo e sua prospecção com fins económicos. Aplicação à região das Furnas (S. Miguel, Açores)

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pág. 449-472.

Nas regiões de natureza vulcânica, o fluxo de calor à superficie pode atingir valores 500 vezes superiores ao normal. Em particular, havendo nessas regiões água e vapor armazenados em camadas de rochas fracturadas, tem sido possível a sua exploração económica através de poços de captação do vapor a elevada temperatura.
A rentabilidade de um campo geotérmico pode ser avaliada por trabalhos de prospecção geológica e geofisica; a investigação geoquímica nas manifestações superficiais do vulcanismo — fumarolas, «geysers» e nascentes termais — tem um grande valor na determinação das caracteristicas do sistema hidrotermal do sub-solo.
A região das Furnas, na ilha de S. Miguel, pela espectacular actividade de vulcanismo secundário que apresenta, parece a mais indicada a uma prospecção preliminar.

Veiga da Cunha — C. D. U. 551.482.212.3:532.543

Evolução e posição actual dos conceitos sobre transporte sólido em escoamentos com superficie livre

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pág. 491-501.

No estado actual do conhecimento, considerou-se possível e oportuno realizar uma sintese e interpretação comparativa dos estudos conhecidos mais significativos que têm sido elaborados sobre problemas de transporte sólido em escoamentos unidireccionais com superficie livre.
Analisam-se e comparam-se as várias expressões que permitem determinar o caudal sólido por arrastamento, em suspensão e total, caracteriza-se o inicio do transporte sólido, definem-se as várias configurações de fundo que podem ter lugar nos escoamentos com fundo móvel, fornecem-se critérios para a sua caracterização e refere-se a influência que essas configurações têm na rugosidade dos leitos aluvionares. Finalmente apontam-se rumos prospectivos para o estudo dos problemas de transporte sólido

Mufid A. Samarrai — C. D. U. 691.544.62

Development of an expansive cement

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pág. 473-489.

Cimentos expansivos são cimentos que, nas condições normais de hidratação, sofrem um aumento de volume que contraria a contracção da secagem.
Há, pràticamente, dois tipos de cimentos expansivos: um que evita a contracção e outro de grande poder expansivo, capaz de induzir tensões nas armaduras do betão armado. Todavia, até agora não se conhecem aplicações na construção deste cimento de grande poder expansivo.
No presente trabalho foi estudada a composição de um cimento sem contracção, usando matérias-primas existentes no mercado que se adicionam ao cimento portland.
Estudaram-se também os efeitos das condições de cura, da temperatura de conservação, das dimensões dos espécies e das proporções da mistura dos componentes expansivos.

Brazão Farinha — C. D. U. 338.984

Planificação de obras

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pág. 503-510.

Apresenta-se o problema da planificação, para iniciação dos estudantes dos cursos de engenharia civil, de arquitectura, e de agente técnico de engenharia civil e de minas.
Refere-se a necessidade do planeamento, e considera-se a planificação dos tempos, das cargas, dos custos, bem como dos gastos financeiros e dos materiais, atraves do diagrama de Gant e do diagrama de Pert.
Aborda-se o problema do controle na obra.
A exposição é acompanhada de exemplos.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 389

XLIV — June 1969

Veiga da Cunha U. D. C. 551.482.212.3 : 532.543

Evolution and nowadays conceptions on sediment transportation in open-channel flow

Técnica no. 389 — XLIV — 6. 1969, pp. 491-501.

In the present status of knowledge it seems pertinent to prepare a synthesis and a comparative interpretation of the most signif cant studies available on sediment transportation in open-channel flow.
Some expressions for the computation of bed, suspended and totel sediment load discharge are analysed and compared, including the study of incipient motion. Different bed features developed in movable bed flow are defined, criteria for their occurrence are discussed and the influence of these features on the alluvial bed roughness is referred. The paper ends by suggesting some future development lines for the study of sediment transportation problems.

Júlio Quintino U. D. C. 553.065

Hydrothermal systems associated to the vulcanism and its prospection with economical purposes aplication to the region of furnas (S. Miguel, Açores)

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pp. 449-472.

In the regions of volcanic origin, the heat flow over land may attain figures up to 500 times higher than the normal ones. Particularly, if water and steam, stored into fractured volcanic formations, exist in these regions, their economical exploitation has been possible by drilling wells to have steam at high temperature.
One can evaluate the rentability of a geothermal field by means of geological and geophysical prospection works, and the geochemical research of the superficial volcanic manifestations — fumaroles, «geysers» and hot springs — represents a valuable contribution for the determination of the characteristics of the subsoil hydrothermal system. The region of Furnas, located at St. Michael's, seems to be the most adequate in view of a preliminary prospection, due to its spectacular activity of secondary volcanism.

Brazão Farinha U. D. C. 338.984

Planning of works

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pp. 503-510.

An introduction for students to the planning problems is presented in this article.
The need of planning is refered, and the planning of time, charges, prices as well as financial and material spendings is done, using the Gant and Pert diagrams. The problem of control in works is mentioned. The exposition is illustrated with examples.

Mufid A. Samarrai U. D. C. 691.544.62

Development of an expansive cement

Técnica No. 389 — XLIV — 6. 1969, pp. 473-489.

Expansive cements are cements that under normal hydration processes undergo an increase in volume which counteracts the shrinkage which cements otherwise exhibit. In practice there are two types of expansive cements, the non-shrinking cement and the selfstressing cement. Up to the present date no field application of the self-stressing cement is reported. In the present study a non-shrinking cement was successfully developed using local materials. The effect of curing temperature, richness of mix and restraint were also studied.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Boto Pimentel, Emilio Cruces, Ramos Correia, Todo Bom e Vladimiro de Oliveira.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 378:62:061.3

Conferencia internacional sobre las tendencias de la ensenanza y de la formación de ingenieros — *Ricardo Alvarez Isasi.*

Dyna, 5-969, vol. XLIV, n.º 5, pág. 193-202.

C. D. U. 539.188+543 422:669.55

Aplicación de la espectrofotometria de absorción atómica al análises de produtos metalurgicos — Aleaciones base cinc — *J. L. Jimenez Seco e A. Gómez Coedo.*

Revista de Metálurgia, 3-4-969, vol. 5, n.º 2, pág. 161-177.

C. D. U. 539.538.004.6 = 6

Tribologia: Consideraciones teóricas sobre el desgaste mecânico — *F. Medina e M. P. de Andrés.*

Revista de Metalurgia, 3-4-969, vol. 5, n.º 2, pág. 138-149.

Faz-se um estudo bibliográfico dos diferentes tipos de desgaste que podem existir na prática, comentando-se as diferentes teorias existentes que tentam explicar o efeito de forças de fricção que actuam durante o desgaste adesivo, assinalando-se particularmente as limitações da teoria das microsoldaduras. Indica-se o modo de acção do desgaste nas suas diversas formas e a relação que existe entre os fenómenos de desgaste e a estrutura cristalina.

Assinala-se a necessidade de conhecer como actuam as tensões que aparecem durante o desgaste e sua distribuição nos corpos a elas submetidos para explicar os fenómenos que aparecem na prática.

C. D. U. 620.174:620.186:669.131.7

Estudo de problemas tecnológicos de fundição numa peça em gusa esferoidal — *C. Michels e E. K. Modl.*

Revista Sulzer, 1-2-1969, vol. XVII, n.º 2, pág. 33-38.

Analisa os problemas do fabrico dum elemento de máquina simples (alavanca) e sublinha a importância da colaboração estreita entre o construtor, o teórico de resistência de materiais, o metalurgista e o especialista de fundição. Descreve o caminho para realizar a peça de ferro fundido acabada a partir duma dada construção. Os conhecimentos respeitantes à capacidade de deformação e à estrutura do material, obtidos neste estudo, provam que uma liga à base de ferro, arrefecida lentamente abaixo da temperatura normal, tem uma capacidade de deformação menor do que o ferro estável.

C. D. U. 620.194.2.669

Carrosión bajo tensión de aleaciones hierro-níquel-cromo y variación e influencia del potencial electroquímico en dichos ensaios — *J. J. Raynela.*

Revista de Metalurgia, 3-4-969, vol. 5, n.º pág. 122-137.

Estuda-se o comportamento dos aços inoxidáveis de tipo comercial e de ligações ferro-níquel-cromo de alta pureza, frente à corrosão de baixa tensão em cloro magnésico de 42% em ebulição. Estuda-se a variação e o efeito que tem o potencial electroquímico do referido ensaio de corrosão.

Deduzem-se conclusões do tempo e tipo de rotura tendo em conta a primeira parte de curvas potencial/tempo.

C. D. U 620.199:620.197.2 = 6

Comparación de distintos métodos de ensayo para evaluar la resistencia à la corrosion de reconhecimentos electroliticos de cinc y cadmio pasivados — *J. A. Gonzalez, R. Lizarbe, S. Feliu.*

Revista de Metalurgia 3 4 969, vol. 5, n.º 2, páginas 113-121.

No presente trabalho comparam-se e submetem-se a estudo crítico os resultados obtidos, para numerosos banhos passivados utilizando ensaios acelerados de corrosão em câmara de humidade e neve salina e o ensaio de enegrecimento de uma gota de solução de acetato de chumbo aplicada sobre o recobrimento.

A prevenção da vida provável em serviço dos recobrimentos, partindo destes ensaios, é normalmente insegura.

Algumas vezes resulta mais prático estimar o comportamento tendo em conta a espessura do recobrimento e tipo de passivação aplicada.

CONSTRUÇÕES CIVIS

•

BETÃO ARMADO E PRE-ESFORÇADO

•

CARPINTARIA MECÂNICA

•

TRABALHOS DE PINTURA E ESTUQUES

Telefones :

P. P. C. A. 56 00 51 e 38 70 00

End. Telegráfico: «CONSTRUÇÃO»

DEPÓSITO DE MATERIAIS:

Estrada de Moscavide, 17-19

Telefone 38 90 72

LISBOA

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO, de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA - ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

novidades rOtring

O rebitógrafo rOtring

é o primeiro que trabalha com ponteiras de tinta-da-china. A construção particularmente feliz do porta-ponteiras permite uma distribuição equilibrada do peso de ambos os lados do eixo de rotação, facultando assim à ponta que desenha um movimento regular e suave em torno do centro de gravidade. O círculo mais pequeno que se pode fazer tem 0,7 mm de diâmetro exterior. Ref. 1606

Jogo combinado VARIANT/compasso para técnicos, em estojo de metal revestido. Ref. 1199

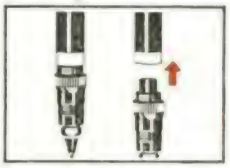
lapiseira de desenho rOtring

Mais um produto da técnica avançada rOtring, com freio regulável, pinça de precisão de 4 garras e centro de gravidade situado na ponta. Ref. 1305

enchimento extra-rápido com cartuchos rOtring de tinta-da-china

Cómoda, segura e rápida é a manipulação dos novos cartuchos rOtring, que servem nos sistemas rOtring VARIANT e VARIOSCRIPT Pode escolher entre 6 cores diferentes de tinta-da-china rOtring

Os cartuchos rOtring transformam imediatamente os sistemas rOtring de tinta-da-china numa caneta de cartucho.

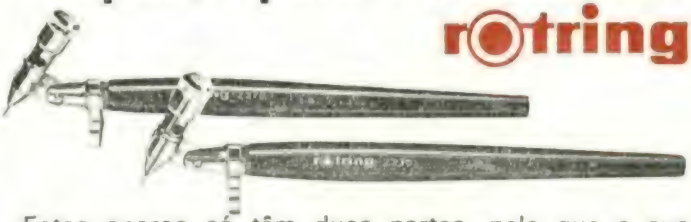


Tirar o depósito da parte dianteira, introduzir o cartucho até à rosca (há uma leve resistência)

Enroscar a ponteira no cabo - é tudo!

Pode colocar um segundo cartucho, como reserva, encaixa no primeiro e há espaço suficiente no cabo

aparos para escantilhões rOtring



Estes aparos só têm duas partes, pelo que a sua manutenção é mais simples. Inclinação sempre adequada. O orifício de enchimento, e/ou de respiração, nunca fica tapado. Um apoio prático permite pousar o aparo nos intervalos do trabalho. Para letras com alturas de 1,4 - 20 mm.

À venda nas casas da especialidade.

C. D. U. 621.039.578

Instalações de muito baixa temperatura para a investigação nuclear — *U. Giger.*

Revista Sulzer, 1-2-969, vol. XVII, n.º 2, pág. 33-38.

A Sulzer construiu para o centro de investigação nuclear Jülich, 2 instalações de muito baixa temperatura que produzem frio a 4,5° K (— 268,7°C) e 14°K (—259°C) aproximadamente. Uma das instalações permite também liquefazer o hélio, o parahidrogénio e o neon. Descreve-se o modo de funcionamento e a concepção das instalações frigoríficas e dos agrupamentos do reactor.

C. D. U. 621.3.003

A indústria de energia eléctrica em Portugal — *Paulo de Barros.*

Electricidade, 5-6-969, vol. XII, n.º 59, pág. 154-162.

C. D. U. 621.3.016.332 : 621.311.21

A evolução nos aproveitamentos hidroeléctricos para a produção de energia de ponta — *António Braga Couto Soares.*

Electricidade, 5-6-969, vol. XII, n.º 59, pág. 175-182.

Apresenta-se uma breve exposição dos principais factores a considerar no projecto do aproveitamento hidroeléctrico com bombagem, nomeadamente: tipo do aproveitamento; selecção do local; dimensionamento; escolha de equipamento.

C. D. U. 621.091.052.63

Estudo da atenuação sofrida por um sinal de alta frequência (50 kHz — 500 kHz) num sistema multifilar em presença da terra suposta condutora imperfeita — *Carlos Salema; João Figanier.*

5-6-969, vol. XII, n.º 59, pág. 203-211.

Estuda-se o efeito da presença da terra condutora imperfeita na atenuação sofrida por um sinal de frequência típico dos sistemas de correntes portadoras (50 kHz — 500 kHz) em linhas de transporte de energia em corrente contínua.

Apresentam-se as expressões da constante da atenuação devida à presença da terra para três casos concretos:

— linha monopolar com o cabo de guarda ligado à terra.

— linha monopolar com o cabo de guarda isolado da terra.

— linha bipolar.

Exemplifica-se para linhas de transporte propostas para o empreendimento de Cabora-Bassa, esclarecendo a possibilidade de em certas condições minimizar a atenuação.

C. D. U. 621.18 : 628.492 : 628.542

Instalações de caldeiras para combustão de detritos industriais — *P. Rutz.*

Revista Sulzer, 1-2-969, vol. XVII, n.º 2, pág. 17-26.

Influência dos detritos na construção da grelha e da caldeira. Séries normalizadas de caldeiras de detritos. Determinação da grandeza da caldeira, silos de detritos. Exploração durante os períodos de pequenas necessidades caloríficas. Caldeiras de vapor, de água sobreaquecida e de água quente. Caldeiras com queimadores de combustível líquido. Outras instalações que equipam as caldeiras de detritos.

C. D. U. 621.3.062 : 621.311.4 : 512

Aplicação da álgebra booleana binária aos esquemas de manobra — *José Nicolau Pais Gromicho.*

Electricidade, 5-6, 969, vol. XII, n.º 59, pág. 164-168.

Utilização da álgebra booleana binária no estudo e definição dos circuitos de encravamento dos comandos da aparelhagem das subestações: teoria de base e um exemplo de aplicação.

C. D. U. 621.313.2

Respuesta dinamica del motor de corrente continua de un sistema Ward-Leonard a las puntas de carga — *M. S. Shimy Mansour.*

Dyna, 4-969, vol. XLIV, n.º 4, pág. 121-131.

Descreve um novo método para investigar o comportamento transitório de um grupo Ward-Leonard, submetido a cargas repentinas.

Este novo método pode-se empregar com objectivo de determinar as flutuações de corrente e velocidade durante o ciclo de impacto repentino de carga. No artigo ressalta a diferença entre a corrente dinâmica e estacionária e a velocidade, encontrando a relação matemática entre elas.

C. D. U. 621.313 2.001.4

Protecção de motores assíncronos — *Franklim Guerra.*

Electricidade, 5-9, 969, vol. XII n.º 59, pág. 169-174.

Descrevem-se os métodos e aparelhos utilizados na protecção dos motores assíncronos, hoje tão generalizados nas instalações industriais. Refere os cuidados exigidos pela segurança dos utentes, das redes e das próprias máquinas. Discute os métodos mais eficazes e económicos de protecção, quer dos pequenos motores, quer das unidades importantes. Expõe finalmente os problemas inerentes à coordenação dos diferentes escalões de protecção.

C. D. U. 621.318.2 : 538.3

Balanço energético em circuitos magnéticos — *Carlos Schick Sanz.*

Dyna, 5-969, vol. XLIV' n.º 5 pág. 173-175.

Comparando os valores da energia magnética ideal, deduz-se a possibilidade de aceitar como hipóteses de aproximação, que a diferença de certa relação linear entre a energia de dispersão e a útil, é proporcional à mesma relação e à diferença de longitude do entre ferro.

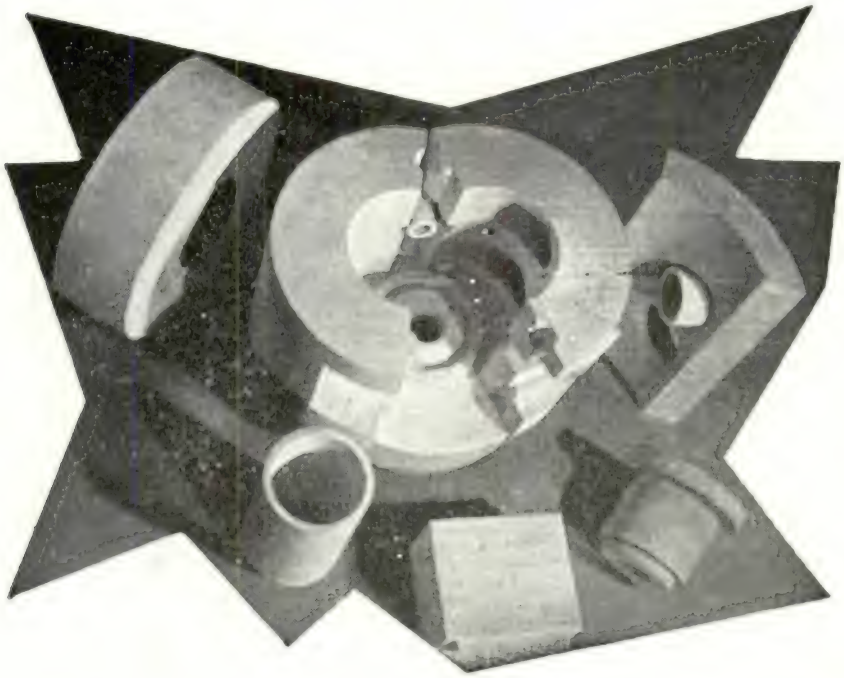
C. D. U. 621.436.052

Sur l'état d'avancement des travaux de mise au point des machines à ondes de pression destinées à la suralimentation des diesels — *Wunsch Alfred.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 8, p. 440 à 447.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 621.436.052

Un programme de calcul relatif au remplacement des gaz brûlés dans un diesel suralimenté — *Ryti Matti.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 8, p. 429 à 439.

C. D. U. 621.436.052

Influence du nombre de Reynolds et du jeu sur le rendement des compresseurs centrifuges de groupes de suralimentation — *Schmidt - Theuner Peter; Mattern Jürgen.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 8, p. 453 à 456.

C. D. U. 621.436.052 : 621.822.6

Le glissement dans les paliers à billes et à rouleaux des turbo-compresseurs de suralimentation — *Bösch Norbert.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 8, p. 456 à 460.

C. D. U. 621.436.052.004.64

Etude expérimentale sur l'encrassement des compresseurs de suralimentation — *Schropp Gerhard.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 8, p. 448 à 452

C. D. U. 621.436.12.052

L'emploi de convertisseurs d'impulsions sur les diesels à quatre temps avec groupe de suralimentation mû par les gaz d'échappement — *Meier Erwin.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 8, p. 420 à 428.

C. D. U. 621.436.13.052

Convertisseurs d'impulsions pour diesels à duex temps — *Zehnder Gottlieb.*

Rev. Brown Boveri, t. 55 (1968), n.º 414 à 419.

C. D. U. 621.436.13.052 : 629.123.4

O novo motor marítimo Sulzer com 105 cm de diâmetro do cilindro — *G. Wolf.*

Revista Sulzer, vol. XVII, n.º 52, Pág. 3-9.

Série de motores marítimos Sulzer RND 105 para potências até 48.000 cv. Desenvolvimento, características e perspectivas.

C. D. U. 621.515.61/62

Isolantes e isoladores — *Manuel Tavaves de Pinho.*

Electricidade, 5-6-969, vol. XII n.º 59, Pág. 153-195.

Iniciando uma série de artigos isoladores de alta tensão, achou-se conveniente começar por expor algumas considerações teóricas que a eles se ligam; neste primeiro artigo, discutem-se as definições de diferença de potencial e de intensidade de campo eléctrico, juntamente com o significado de linha de força e de linha (ou superfície equipotencial).

C. D. U. 621.639 : 928.9 : 677

Instalações centrais de limpeza pelo vácuo nas empresas industriais — *A. Liechti.*

Revista Sulzer, 1-2-969, vol. XVII n.º 2 pág. 27-32.

À base da experiência no domínio da industria têxtil e da construção dos insufladores, realizou-se uma nova instalação central de limpeza pelo vácuo, que resolve duma maneira moderna o problema da limpeza nas empresas têxteis com economia, condições que caracterizam uma instalação central para aspiração de poeiras. Descrição das partes essenciais da instalação

C. D. U. 621.784.6.019 = 6

Eliminação isotérmica de vacantes en alumínio depuès del temple — *J. J. Regedor.*

Revista de Metalurgia, 3-4-969, vol. 5, n.º 2, pág. 131-137.

C. D. U. 621.791.012 : 669.35.24

Soldadura de aleaciones cobre-niquel — *D. R. Thorneycroft.*

Revista Metalúrgica, 13-4-969, vol. 5 n.º 2 pág 181-204.

C. D. U. 621.937

Considerações técnico-económicas sobre o processo do corte — *Ignacio Olascoaga e Ricardo Echepare.*

Dyna, 5-969, vol. XLIV, n.º 5, pág. 177-186.

Depois de recordar conceitos e fórmulas clássicas na teoria dos processos de corte, definem-se os regimes de custo mínimo, produção máxima e benefício por hora máximo com as fórmulas que permitem calcular a duração da ferramenta correspondente. Depois discutem-se problemas como o do significado físico e importância do valor do expoente *n* da fórmula de Taylor e a fixação do número de revoluções para uma duração determinada em peças de vários diâmetros. Por último deduz-se uma fórmula que se transforma em ábacos para sua aplicação.

C. D. U. 624.19 : 625.1

GRAUX, D. — Tunnels d'accès de la nouvelle Gare de Paris-Austerlitz (Acessos subterrâneos da nova estação de Paris-Austerlitz).

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (252): 1825-1854, Dez. 1968.

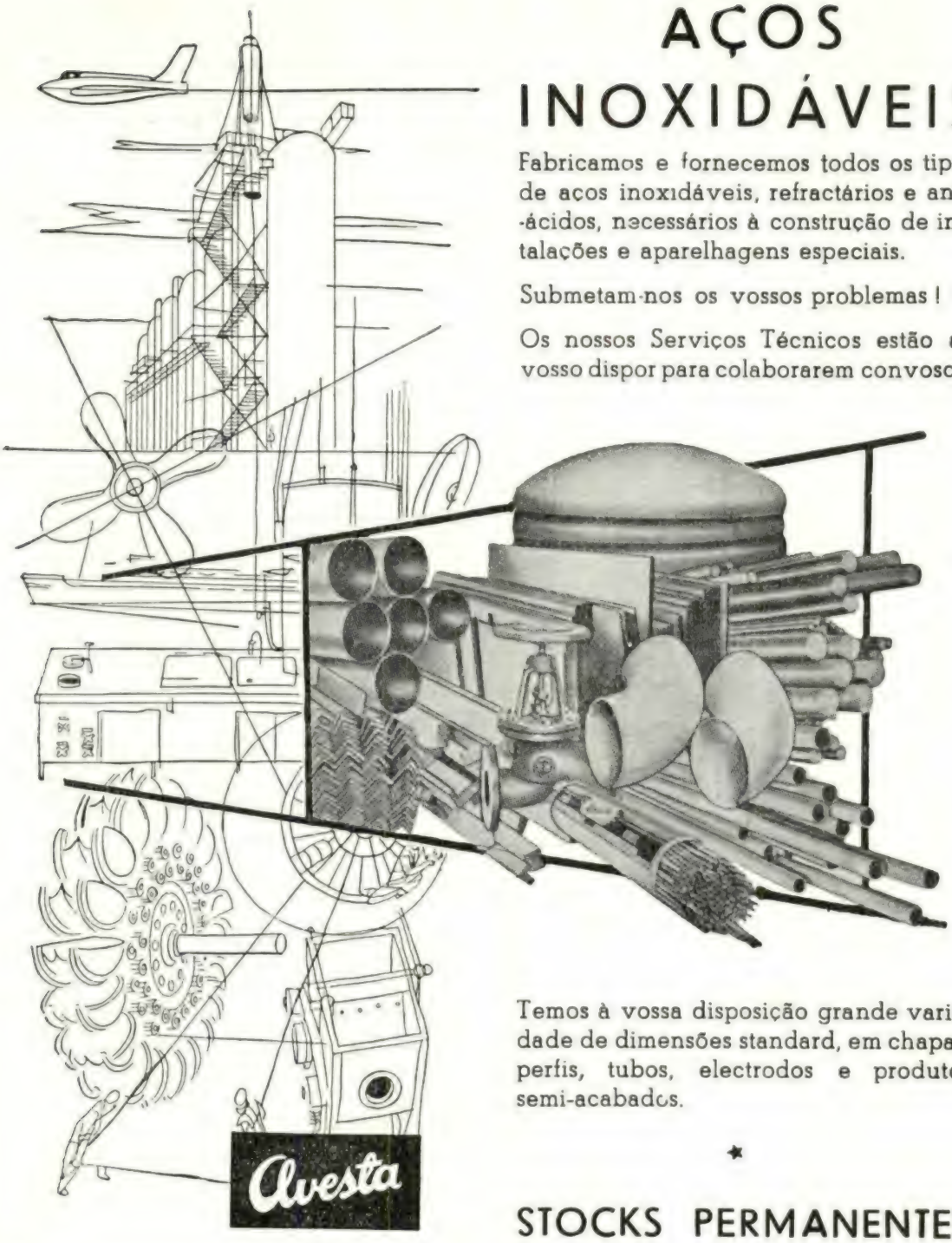
Na introdução, M. Kerisel insiste sobre a diversidade dos solos que se podem encontrar na execução de grandes estruturas na proximidade imediata da superfície. Os trabalhos descritos são referentes aos dois acessos subterrâneos à nova estação Paris-Austerlitz. Estes subterrâneos têm um comprimento total de 1500 m — 640 m ou 42 % do conjunto foram executados a céu aberto. Neste troço o túnel é constituído por uma estrutura de betão armado compreendida entre duas paredes. 860 m ou seja 58 % do conjunto, foram, executados no subsolo, apenas alguns metros abaixo das vias já existentes. Para conciliar segurança e rapidez, a obra foi realizada em duas fases: a abóboda do subterrâneo foi executada à mão através de uma galeria piloto e de explorações laterais; os pilares quadrados e o revestimento foram executados mecânicamente ao abrigo desta primeira obra As deficientes características do solo e a protecção contra as inundações obrigaram, também, à construção bastante difícil de pilares quadrados nos alicerces.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 625.712.36

FOX, G.; CROVILLE, R. — Le passage supérieur destiné au franchissement des voies SNCF a la porte de la Chapelle a Paris (A passagem superior destinada ao atravessamento das vias da SNCF junto de La Chapelle Paris).

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (252): 1813-1824, Dez. 1968.

Esta obra permite o atravessamento das 59 vias da SNCF que partem da estação Norte, pelas oito vias rodoviárias (quatro em cada sentido) da avenida periférica norte. É composta por duas estruturas principais, as quais constam de quatro tabuleiros cada uma com um sentido de circulação e por duas estruturas secundárias, composta cada uma delas por um único tabuleiro, e que permitem o descongestionamento e a ligação da avenida periférica com o entroncamento de La Chapelle. As dificuldades encontradas durante a realização desta obra provêm principalmente da sua forma, que apresenta as seguintes características principais: Vãos de vigas e comprimento dos tabuleiros muito variáveis devido à posição dos pilares condicionados por imperativos de exploração da SNCF, obliquidades diferentes de todos os apoios — em projecção plana a obra não tem pràticamente um elemento rectilíneo e os seus raios de curvatura são variáveis e de sentido contrário (forma em S); em perfil longitudinal, a obra apresenta igualmente uma forma muito irregular devido às rampas de ligação com a avenida periférica — devido a estas curvas a obra consta de numerosas partes de inclinações variáveis (em valor e em sentido).

C. D. U. 628.87 : 69.028.2 : 697.13

A Janela na climatização — *B. Kostrz.*

Revista Sulzer, 5-2-969, vol. XVII, n.º 2, pág. 10-16.

Características da janela. A janela no Inverno: temperatura superficial descida de ar frio, condensação

A janela no Verão: quebra-luz (persianas de lamelas exteriores e interiores), vidros especiais anti-solares. Influência nos sistemas de aquecimento e de climatização.

C. D. U. 658

nterferência de máquinas — *Francisco Javier de Zubillaga.*

Dyna, 4-969, vol. XLIV, n.º 4 pág. 153-159.

O presente artigo resolve, aplicando a teoria de calor, um dos grandes e actuais problemas da indústria: o aumento da produtividade de cada operário, conseguindo por sua vez uma diminuição de pessoal da empresa.

C. D. U. 666.94 : 621.316.7.073 : 681.3 (493)

IV. Un exemple de régulation hiérarchisée: la cimenterie CBR de Lixhe. — *Detry Th.; Hubaut Cl.; Rozenberg J.*

Revue ACEC n.º 1. 1969: pp. 35 à 46.

C. D. U. 669 586.015

Materiales para galvanización en caliente — *J. M. Sistiaga e A. J. Vazquez.*

Revista de Metalurgia, 3-4-969, vol. 5, n.º 2 pág. 150-160.

Utiliza-se aproximadamente uma terceira parte do consumo mundial de zinco para galvanização sendo paralelo em linhas gerais os incrementos anuais de consumo de aço e de zinco para galvanização.

No artigo tratam-se alguns aspectos referentes aos materiais que se empregam na galvanização e aos ensaios dos produtos galvanizados.

C. D. U. 681.177.8

Un sistema digital fluidico — *José Miró Nicoláu.*

Dyna, 5-969, vol. XLVI, n.º 5 pág. 163-172.

A novidade da aplicação de componentes fluídicos a sistemas digitais surgiu a possibilidade de construir uma máquina digital utilizando estes dispositivos.

Estudam-se todas as unidades utilizadas, que se desenharam e construiram especialmente para o sistema.

Descreve-se a operação total da máquina e comenta-se o seu funcionamento, que resultou correcto ainda que inseguro, devido principalmente às características da fonte de pressão.

C. D. U. 681.3

I. Le rôle des calculateurs de processus dan l'industrie contemporaine — *Terlinden A. M.*

Revue ACEC n.º 1 - 1969: pp. 3 à 12.

C. D. U. 681.32 : 621.311.1

III. Application des calculateurs numériques à la conduite des réseaux. — *Marechal G.*

Revue ACEC n.º 1 - 1969: pp. 22 à 33.

C. D. U. 681.32 : 621.311.2

II. Utilisation du calculateur ACEC 80 en centrale électrique — *Dumont A. H.*

Revue ACEC n.º 1 - 1969: pp. 13 à 21.

C. D. U. 691.175

Emploi de certaines résines de synthése dans la construction de routes, de sols industriels et en étanchéité — *Ansart, R.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (251): 1640-1665. Nov. 1968.

Há já alguns anos que as matérias plásticas se vêm tornando cada vez mais importantes entre os materiais utilizados nas indústrias de construção e obras públicas. A sua expansão é ainda limitada pelo seu preço elevado no entanto, as possibilidades que oferecem dão origem a novas técnicas entre as quais o autor do artigo faz uma selecção: os ligantes hidrocarbonados para pavimentos industriais e a estanquicidade.

DESDE

ATÉ

BOC

REPRESENTANTE EXCLUSIVO EM PORTUGAL:
DURÁN, GARCIA & CIA.

Praça D. João da Câmara, 19-3.º Dt. — LISBOA 2
Tel. 32 56 30 - 32 15 09 - 32 80 59
Telex: 1813 DUGARC Teleg. DUGARCO

SENHORES
ARQUITECTOS
ENGENHEIROS
EMPREITEIROS
CONSTRUTORES

CALCINA

É hoje em Portugal o melhor ligante hidráulico para argamassas, rebocos e alvenarias.

Preferam, pois, C A L C I N A

Entregas permanentes de dia e de noite nas Fábricas de Cimento "Tejo" - Alhandra e do "Cabo Mondego" - Figueira da Foz, e através da vasta rede de revendedores espalhados por todo o País

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tels. 77 81 66/7 — Lisboa

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17
Telef. 53 71 91 — Lisboa

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECANICOS

— **COMETNA**
R. Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Telef. 66 67 10 — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **FRAPIL**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 23071

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **SPESA-Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **Tudor**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Telef. 5 19 47 — Lisboa

DISTRIBUIÇAO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho. 220 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇOES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **SPESA - Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **BOC - Durán, Garcia & C.ª**
Rua D. João da Câmara, 19, 3.º-Dt.º
Telef. 32 56 30 — Lisboa

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **BOC - Durán, Garcia & C.ª**
Rua D. João da Câmara, 19, 3.º-Dt.º
Telef. 32 56 30 — Lisboa

— **COMETNA**
Rua Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-Mecânicas Mague, Lda.**
Alverca do Ribatejo

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Frapil**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 23071

— **Guedes & Almeida, Lda,**
R. Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Tel. 66 67 10 — Lisboa

CORRENTES

— **Auto-Lusitana**
Av. da Liberdade, 73-79 — Lisboa

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos de Agulhas**
Schaeffler, Lda — R. Sá da Bandeira, 740 — Porto.
Tel· 2115 7/8/9.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Hoechst Portuguesa, Lda.**
Av. Sidónio Paes, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto
Av. Duque de Avila, 169-1. — Tel. 4 51 41 — Lisboa

COLAS

— **Araldite - Produtos Ciba, Lda.**
Lisboa

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

TINTAS

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. de 24 de Julho, 52-A-G
Telef. 66 67 16 — Lisboa

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa Tel. 67 01 76

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa. Tel. 67 01 76

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praç. do Município, 13-1.º — Tel. 32 11 51/2 Lx.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamc[illegible] 7 – Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 – Lisboa 2 — Tel. 32 82 01/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO E TOPOGRÁFICO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tel. 77 81 66/7 — Lisboa

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

— **Rotring**
Representante: Artur Westheimer, Lda.
Rua Maria aos Anjos, 48-r/c. — Lisboa 1

— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 91 12 — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA

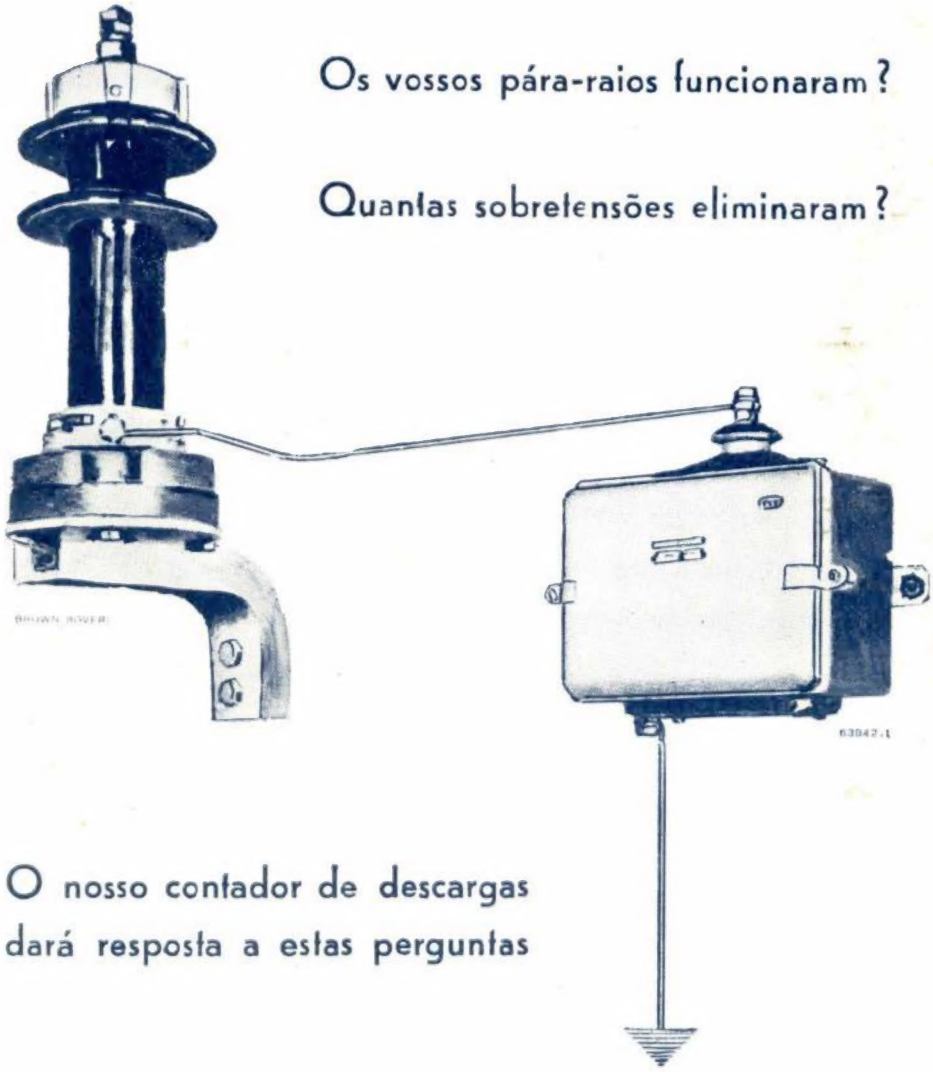
BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas

Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?



O nosso contador de descargas dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO